



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Riitta Savikko

**TORJUNTA-AINEIDEN ESIINTYMINEN POHJAVEDESSÄ
KAUPPAPUUTARHOILLA JA METSÄTAIMITARHOILLA**

Diplomityö

Tarkastaja: professori Tuula Tuhkanen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Luonnontieteiden ja ympäristötekniikan
tiedekuntaneuvoston
kokouksessa 3. maaliskuuta 2010

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Ympäristö- ja energiatekniikan koulutusohjelma

SAVIKKO, RIITTA: Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä kauppapuutarhoilla ja metsätaimatarhoilla

Diplomityö: 76 sivua, 17 liitesivua

Pääaine: Vesi- ja jätehuoltotekniikka

Tarkastaja: Professori Tuula Tuhkanen

Kesäkuu 2010

Avainsanat: torjunta-aineet, pestisidit, pohjavesien saastuminen, kauppapuutarha, metsätaimatarha

Tämän työn tavoitteena oli tutkia torjunta-aineiden esiintymistä pohjavedessä kauppapuutarhoilla ja metsätaimatarhoilla Hämeen ympäristökeskuksen alueella. Työssä kartoitettiin alueella olevat kauppapuutarha- ja metsätaimatarhakohteet sekä selvitettiin sijaitsevatko nämä kartoituskohteet pohjavesialueilla. Lisäksi työssä analysoitiin torjunta-ainepitoisuuksia pohjavesinäytteistä, joista 16 oli otettu kauppapuutarhojen kaivoista ja 5 metsätaimatarhoilta. Työn kartoitusosuus on tehty vuosina 2003 ja 2004. Pohjavesinäytteet on analysoitu vuonna 2004.

Kartoituksessa kauppapuutarhoja ja metsätaimatarhoja Hämeen alueelta löydettiin runsaasti, kaikkiaan 394 kappaletta. Kauppapuutarhakohteita näistä oli 369 ja metsätaimatarhakohteita 16. Lisäksi kartoituskohteissa on mukana 9 puutarha- tai maatalousalan oppilaitosta tai tutkimuslaitosta. Suurin osa kartoituskohteista oli toimintansa jo lopettaneita. Kauppapuutarhoista, jotka olivat toiminnassa vuonna 2003, pohjavesialueilla sijaitsi noin 30 prosenttia. Aiemmin toimineista kauppapuutarhoista, joiden sijainti tiedetään, pohjavesialueella on sijainnut noin 10 prosenttia. Metsätaimatarhakohteista pohjavesialueilla sijaitsee yli 60 prosenttia.

Kaivovesinäytteistä havaittiin laboratorioanalyysissä torjunta-aineita ja torjunta-aineiden hajoamistuotteita. Lahden tutkimuslaboratorio analysoi vesinäytteistä monijäämämenetelmällä 102 torjunta-ainetta tai niiden hajoamistuotetta. Torjunta-aineista ja hajoamistuotteista 78 analysoitiin laboratoriossa kaasukromatografisella menetelmällä (GC/MS) ja 24 nestekromatografisella menetelmällä (LC/MS). Näytteistä todettiin atratsiinia, simatsiinia ja terbutylatsiinia sekä niiden hajoamistuotteita desetyyli-atratsiinia DEA:a, desetyyli-deisopropyliatratsiinia DEDIA:a ja desisopropyliatratsiini DIA:a. Lisäksi kaivovesinäytteistä todettiin heksatsinonia, etofumesaattia sekä diklobeniilin hajoamistuotetta 2,6-diklooribentsoamidia BAM:a. Tutkituista näytteistä 40 prosentissa oli havaittavissa pieniä pitoisuuksia torjunta-aineita tai niiden hajoamistuotteita. Kolmesta kohteesta löytyi talousveden raja-arvon 0,1 µg/l ylittävä torjunta-aineen tai torjunta-aineen hajoamistuotteen pitoisuus.

Tutkimuksen perusteella voidaan olettaa, että pohjavesien kannalta suurimman riskin muodostavat runsaasti herbisidejä käyttävät metsäpuiden taimitarhat. Kauppapuutarhoista pohjavesille eniten riskejä aiheutuu pohjavesialueilla sijaitsevista koristepuista ja -pensaita tai kukkia kasvattavista kauan toimineista kauppapuutarhoista.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Department of Chemistry and Bioengineering

SAVIKKO, RIITTA: Pesticides in groundwater at market gardens and forest tree nurseries in Finland

Master of Science Thesis: 76 pages, 17 appendix pages

June 2010

Major: Water and Waste Management

Examiner: Professor Tuula Tuhkanen

Keywords: Pesticides, groundwater pollution, market garden, forest tree nursery

This thesis examines whether traces of pesticides can be found in the groundwater at market gardens and forest tree nurseries in Tavastia Region in Finland. The study began with the mapping of market gardens and forest tree nurseries in the region. Secondly, it was determined which of these target sites are located in groundwater areas. Groundwater samples were collected from wells on the sites and analysed for traces of pesticides. 16 of these samples were taken from market gardens and 5 samples from forest tree nurseries. The data of market gardens and forest tree nurseries was collected in 2003 and 2004. The groundwater samples were collected and analysed in 2004.

The study indicates that there are plenty of market gardens and forest tree nurseries in Tavastia Region. The total number of these units is 394. From these 369 are market gardens and 16 forest tree nurseries. In addition there are 9 schools or research institutes of gardening or agriculture in this region. Most of the market gardens and forest tree nurseries are non-active, i.e. not operating anymore. Of the market gardens that were active in 2003, about 30 per cent were located in groundwater areas. Of the non-active market gardens, the location of which could be established, about 10 per cent were on groundwater areas. Of the forest tree nurseries, both active and non-active, over 60 per cent are located in groundwater areas.

The groundwater samples were analysed by Lahden tutkimuslaboratorio, a research laboratory in Lahti, and 102 pesticides or their metabolites were found. In the laboratory 78 pesticides and metabolites were analysed by gas chromatography (GC/MS) and 24 by liquid chromatography (LC/MS). The pesticides and their metabolites that occurred in the groundwater samples were atrazine, simazine, terbuthylazine, DEA, DEDIA, DIA, hexazinone, ethofumesate and BAM. Pesticides or their metabolites were found in 40 per cent of the samples. The degree (461/2000) of Ministry of Social Affairs and Health sets a threshold value of 0,1 µg/l for pesticides in drinking water. The amount of pesticides or their metabolites exceeded this limit in three samples.

The results of this study suggest that the most serious pesticide contamination risk for groundwater is caused by the extensive use of herbicides in forest tree nurseries. As to market gardens, the ones that grow or have grown flowers and decorative plants (trees and bushes) on groundwater areas for many decades are the ones that pose a more serious pesticide contamination risks for groundwater.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö alkoi kesätyöstä Hämeen ympäristökeskuksessa vuosina 2003 ja 2004. Työnäni oli etsiä olemassaolo ja sijaintitietoja kauppapuutarhoista ja metsätaimientarhoista Hämeen ympäristökeskuksen alueella. Kartoitusta tehdessä heräsi ajatus myös diplomityön tekemisestä samasta aiheesta. Kiitos antoisista kesätyökuukausista ja avusta ja neuvoista työni kanssa erityisesti Sanni Manninen Johansenille, Virve Uloselle ja Ulla-Maija Liskille. Virvelle kiitos myös DI-työn luonnoksen kommentoinnista.

Työn ohjaajalle professori Tuula Tuhkaselle lämpöinen kiitos alkuaikojen rohkaisusta aiheen pariin. Työn loppuun saattamisen vaiheessa kiitos eteenpäin potkimisesta, kannustuksesta ja neuvoista.

Diplomityön loppuvaiheessa oli iso apu Raijan kommenteista ja Riikan avusta englanninkielisen tiivistelmän kanssa. Kiitos teille.

Tämän työn kirjoittaminen kesti kauan. Ehdin välillä siirtyä kasvihuoneiden parista kasvihuoneilmiön pariin sekä opinnoissa että työtehtävissä. Kiitos rakkaimmilleni rohkaisusta ja tuesta niin opinnoissa kuin muussakin elämässä.

17.6.2010 Tampereella

Riitta Savikko

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| Tiivistelmä | 1 |
| Abstract | 2 |
| Alkusanat | 3 |
| Termit ja niiden määritelmät | 6 |
| 1. Johdanto | 7 |
| 2. Kirjallisuuskatsaus | 10 |
| 2.1. Taustatietoa kauppapuutarhoista | 10 |
| 2.1.1. Kauppapuutarhojen tuotantotietoja | 10 |
| 2.1.2. Kauppapuutarhojen ympäristövaikutuksia | 11 |
| 2.2. Taustatietoa metsätaimitarhoista | 12 |
| 2.2.1. Metsätaimitarhojen tuotantotietoja | 12 |
| 2.2.2. Metsätaimitarhojen ympäristövaikutuksia | 13 |
| 2.3. Taustatietoa torjunta-aineista | 15 |
| 2.3.1. Torjunta-aineiden luokitteluja | 16 |
| 2.3.2. Torjunta-aineiden käyttömäärät Suomessa | 18 |
| 2.3.3. Torjunta-aineita koskeva lainsäädäntö | 20 |
| 2.3.4. Pohjavesistä Suomessa havaitut torjunta-aineet | 22 |
| 2.3.5. Torjunta-aineiden kulkeutuminen pohjaveteen | 25 |
| 2.3.6. Pohjavesistä todettujen torjunta-aineiden ominaisuuksia | 27 |
| 3. Aineisto ja tutkimusmenetelmät | 37 |
| 3.1. Selvitys kauppapuutarhojen ja metsätaimitarhojen määrästä ja sijainnista | 37 |
| 3.2. Kysely kauppapuutarha- ja taimitarhayrittäjille | 39 |
| 3.3. Pohjavesinäytteet kauppapuutarhoilta ja metsätaimitarhoilta | 39 |
| 3.3.1. Näytteenotto | 39 |
| 3.3.2. Analyysimenetelmät | 42 |
| 4. Tulokset ja niiden tarkastelu | 43 |
| 4.1. Selvitys kauppapuutarhojen ja metsätaimitarhojen määrästä ja sijainnista | 43 |
| 4.2. Kysely kauppapuutarha- ja taimitarhayrittäjille | 49 |
| 4.2.1. Taustatietoja toiminnasta | 49 |
| 4.2.2. Lämmitystapa | 50 |
| 4.2.3. Jätehuolto | 50 |
| 4.2.4. Sijainti pohjavesialueella | 50 |
| 4.2.5. Torjunta-aineiden käyttö | 51 |
| 4.2.6. Näytteenottokohteiden vastaukset | 52 |
| 4.3. Pohjavesinäytteiden analyysit | 56 |
| 4.3.1. Havaitut torjunta-aineet | 56 |
| 4.3.2. Torjunta-ainehavainnot kohteittain | 58 |
| 4.3.3. Suppea talousvesianalyysi | 60 |
| 4.3.4. Vertailu TOPO-projektin tuloksiin | 62 |
| 4.3.5. Nitraattipitoisuudet | 65 |

| | |
|--|----|
| 4.4. Tutkimukseen liittyvät epävarmuudet..... | 66 |
| 5. Johtopäätökset..... | 68 |
| Lähteet..... | 70 |
| Liitteet..... | 77 |
| Liite A. Kauppapuutarha ja metsätaimitarhakartoituksen tietolähteet..... | 77 |
| Liite B. Kauppapuutarhoilla käytettyjä torjunta-aineita | 79 |
| Liite C. Kyselylomake kauppapuutarha- ja taimitarhayrittäjille..... | 82 |
| Liite D. Lahden tutkimuslaboratorion torjunta-aine-määritykset | 88 |
| Liite E. Esimerkki taimitarhan torjunta-aineiden käytöstä | 90 |
| Liite F. Taustatietoa pohjavesinäytteiden ottokohteista..... | 92 |

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

| | |
|-----------------------|--|
| AMPA | glyfosaatti-herbidisin hajoamistuote |
| | aminometyylifosfonohappo (aminomethylphosphonic acid) |
| BAM | 2,6-diklooribentsoamidi, diklobeniili-herbisidin hajoamistuote |
| BCF | biologinen kertyvyystekijä (bioconcentration factor) |
| GC | kaasukromatografia |
| DEA | desetyyli-atrasiini, triatsiini-torjunta-aineiden hajoamistuote |
| DEDIA | desetyyli-deisopropyliatrasiini, triatsiini-torjunta-aineiden hajoamistuote |
| DIA | desisopropyliatrasiini, triatsiini-torjunta-aineiden hajoamistuote |
| DT50 | puoliintumisaika (dissipation time) |
| EC50 | pitoisuus, joka aiheuttaa vaikutuksen puolelle koe-elioista (effective concentration) |
| ELY | elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus |
| Evira | Elintarviketurvallisuusvirasto |
| HCB | heksaklooribentseeni |
| HCH | heksakloorisykloheksaani |
| HSDB | Hazardous Substances Data Bank |
| K_{oc} | vesi-orgaaninen hiili -jakautumiskerroin |
| K_{ow} | oktanolivesi -jakautumiskerroin |
| KTTK | Kasvintuotannon tarkastuskeskus |
| LC | nestekromatografia |
| LC50 | keskimääräinen tappava pitoisuus (median lethal concentration) |
| MCPA | herbisidi , 4-kloori-2-metyylifenoksietikkahappo (2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid) |
| MS | massaspektrometri, massadetektor |
| MTT | Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus |
| pmy | pesäkettä muodostava yksikkö |
| STM | Sosiaali- ja terveysministeriö |
| TE-keskus | Työ- ja elinkeinokeskus |
| TOPO | Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä - tutkimusprojekti |

1. JOHDANTO

Kasvihuoneviljelyssä, metsäpuiden taimien tuotannossa ja intensiivisessä peltoviljelyssä käytetään torjunta-aineita ja lannoitteita, jotka saattavat aiheuttaa haitallisia ympäristövaikutuksia. Lannoitteet lisäävät pintavesien hajakuormitusta. Torjunta-aineet voivat kulkeutua pinta- ja pohjavesiin sekä aiheuttaa maaperän pilaantumista. Juomakelpoisen pohjaveden suodattaminen voidaan ajatella yhdeksi ekosysteemipalveluksi, jota luonto tarjoaa ihmisille. Ihmislaji on kehittänyt lukuisia tapoja, joilla pohjavesi voidaan pilata. Sellaista keinoa, jolla maaperässä oleva pohjavesi voitaisiin puhdistaa, ja jota olisi mahdollista käyttää laajemmassa mittakaavassa, ihmislaji ei ole kuitenkaan vielä kehittänyt. Pohjavesien suojeleminen on tärkeää siksi, että kerran pilaantuneen pohjaveden puhdistuminen voi luonnossa kestää hyvin kauan.

Hämeen ympäristökeskuksessa (nykyisin nimeltään Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus) tehtiin kesinä 2003 ja 2004 kauppapuutarha- ja metsätaimtarhakartoitus. Kartoituksessa selvitettiin Hämeen alueella kartoitusaikana ja aiemmin toimineet kauppapuutarhat ja metsätaimtarhat sekä näiden kartoituskohteiden sijainnit. Vuosituhannen vaihteessa kauppapuutarhakohteita oli jo kartoitettu Helsingissä, Espoossa, Vantaalla ja Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksessa. Metsätaimtarhakohteita ei ollut muualla Suomessa vielä kartoitettu, mutta Suomen ympäristökeskuksella ja Uudenmaan ympäristökeskuksella oli alkamassa Suomessa toimineiden keskustaimtarhojen kartoitus. Kauppapuutarha- ja metsätaimtarhakartoitusta täydennettiin vuonna 2003 alan yrittäjille Hämeen alueella tehdyllä kyselyllä. Kyselyllä selvitettiin kauppapuutarhojen ja metsätaimtarhojen torjunta-aineiden käyttöä, kokoluokkia ja toiminta-aikoja. Lisäksi vuonna 2004 tutkittiin 21 kartoituskohteesta pohjaveden torjunta-ainepitoisuuksia.

Kauppapuutarhojen ja taimitarhojen sijaintien ja torjunta-aineiden käytön selvittäminen oli hyödyllistä Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen alueella, koska tällä alueella on paljon tärkeitä pohjavesialueita ja torjunta-aineet ja lannoitteet saattavat aiheuttaa riskejä alueen pohjavesille. Hämeen ELY-keskuksen alueella on 385 pohjavesialuetta. Näistä vedenhankinnan kannalta tärkeitä (luokka I) on 146 aluetta, vedenhankintaan soveltuvia (luokka II) 134 aluetta ja muita pohjavesialueita (luokka III) on 105 kappaletta. Pohjavesialueiden runsauden taustalla on se, että Suomen suurimpiin harjumuodostumiin kuuluva Ensimmäinen Salpausselkä kulkee alueen poikki. (Vuorimaa ym. 2007, 39.)

Kauppapuutarhojen ja metsätaimitarhojen ympäristövaikutusten selvittäminen oli tärkeää, koska näitä kohteita on paljon. Hämeen alueella tiedettiin olevan runsaasti kauppapuutarha- ja metsätaimitarhatoimintaa jo ennen kuin kohdekartoitusta aloitettiin.

Torjunta-aineiden käytön ympäristövaikutuksia voidaan nykyisin selvittää aiempaa tarkemmin, sillä analyysimenetelmät ovat kehittyneet entistä herkemiksi ja se on tehnyt pohjavesien sisältämien torjunta-ainejäämien havaitsemisen mahdolliseksi. Laboratorioden tutkimusmenetelmien kehittyminen on tehnyt torjunta-aineiden analysoimisen erilaisista näytteistä 2000-luvulla aiempaa helpommaksi ja taloudellisesti edullisemmaksi. Menetelmät kehittyvät koko ajan: Laboratorio, jossa tämän tutkimuksen vesinäytteet on analysoitu, pystyi vuonna 2004 analysoimaan monijäämämenetelmällä vesinäytteistä noin sata torjunta-ainetta tai torjunta-aineen hajoamistuotetta. Vuonna 2010 analysoitavien torjunta-aineiden ja hajoamistuotteiden joukko on kasvanut kahteen sataan. (Aallonen 24.5.2010.)

Hämeen alueeseen kuuluvassa Lahden kaupungissa jouduttiin sulkemaan Launeen vedenottamo pohjaveden torjunta-ainepitoisuuden ylittäessä talousveden raja-arvot syksyllä 2001. Vedenottamolla ongelmia aiheuttivat atrasiini, sen hajoamistuote DEA ja heksatsinoni. (Torjunta-aineet Lahden pohjavesissä.) Tämä tapaus lisäsi Hämeen alueella kiinnostusta pohjavesien torjunta-ainejäämien aiheuttamia riskejä kohtaan.

Suomessa on useissa tutkimuksissa 1990-luvun lopussa ja 2000-luvulla havaittu, että torjunta-aineet hajoavat pohjoisissa oloissa hitaammin kuin aiemmin on luultu. Hitaan hajoamisen vuoksi kasvaa riski siitä, että torjunta-aineet huuhtoutuvat pohjavesiin, kulkeutuvat pintavalunnan mukana pintavesiin tai kertyvät maaperään. Pieniä määriä torjunta-ainejäämiä on aiemmissa tutkimuksissa löydetty niin pohja- ja pintavedestä kuin maaperästäkin. (esim. Seppälä 1997; Jaakkonen 2003; Gustafsson 2004; Jaakkonen ja Sorvari 2006; Vuorimaa ym. 2007.)

Kauppapuutarhat ja metsätaimitarhat ovat torjunta-aineiden pohjavesikulkeutumisen kannalta kiinnostavia tutkimuskohteita. Metsäpuiden, koristepuiden ja –pensaiden sekä kukkien kasvatuksessa on käytetty runsaammin torjunta-aineita kuin ravintokasvien viljelyssä (Jaakkonen 2003; Jaakkonen ja Sorvari 2006). Nämä kohteet mahdollistavat intensiivisen pestisidien käytön tutkimisen ja myös torjunta-aineiden yhteisvaikutusten tutkimisen. Lisäksi erityisesti kauppapuutarhat ja vielä nykyisin toimivat metsätaimitarhat ovat saattaneet toimia samalla paikalla vuosikymmeniä, joten pitkäaikaisvaikutuksiakin päästään näiden kohteiden avulla tutkimaan. Puutarhoilla ja taimitarhoilla tarvitaan, ja on tarvittu kasteluvettä, eli kohteiden alueella on ollut joko kasteluun sopivaa pintavettä tai antoisa kaivo. Usein kauppapuutarhat ja taimitarhat sijaitsevat, tai ovat sijainneet, pohjavesialueella. (Jaakkonen 2003; Jaakkonen ja Sorvari 2006.)

Tämä diplomityö on jatkoa kauppapuutarhojen ja metsätaimitarhojen kartoitukselle. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa, minkä verran Kanta- ja Päijät-Hämeen alueella kauppapuutarha- ja metsätaimitarhakohteita on, selvittää kohteiden sijainti pohjavesialueella ja tutkia 21 kohteen kaivosta otettujen pohjavesinäytteiden sisältämät torjunta-ainejäämät. Lisäksi työssä on etsitty kirjallisuudesta tietoja torjunta-aineiden käytöstä kauppapuutarhoilla ja metsätaimitarhoilla sekä torjunta-aineiden esiintymisestä pohjavesissä Suomessa.

Työ koostuu kirjallisuuteen perustuvasta teoriaosasta ja sen jälkeisestä aineisto-osasta. Kirjallisuusosion aluksi kerrotaan kauppapuutarhojen ja metsätaimitarhojen toiminnasta sekä niiden ympäristövaikutuksista. Seuraavaksi käydään läpi torjunta-aineiden käyttöä Suomessa. Tämän jälkeen selvitetään torjunta-aineiden käyttäytymistä ympäristössä ja torjunta-aineiden päätymistä pohjaveteen. Kirjallisuusosion lopuksi kerrotaan tarkemmin muutamasta pohjavesistä löytyneestä torjunta-aineesta.

Aineisto-osassa kuvataan tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät: kirjallisuusselvitys kauppapuutarha- ja metsätaimitarhakohteiden kartoittamiseksi, alan yrittäjille tehty kysely sekä pohjavesinäytteiden analysointi. Tuloksissa esitetään aineiston anti. Tulosten tarkastelussa saatuja tuloksia verrataan aiempiin tutkimuksiin. Työn lopetusosassa esitetään tutkimuskysymyksiin saadut vastaukset sekä päätelmät.

Torjunta-aineiden käytön osalta tämä tutkimus keskittyy kauppapuutarhojen ja metsätaimitarhojen toimintaan Suomessa. Esimerkiksi peltoviljelyssä, puistojen ja hautausmaiden hoidossa, rautateiden kunnossapidossa ja kotitalouksissa tapahtuvaa torjunta-aineiden käyttöä ei tarkastella tässä tutkimuksessa, vaikka näissäkin kohteissa tapahtuva torjunta-aineiden käyttö aiheuttaa merkittäviä riskejä ympäristölle.

2. KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1. Taustatietoa kauppapuutarhoista

Puutarhayritysrekisterissä (Puutarhayritysrekisteri 2003) puutarhayritys tarkoittaa maatala- tai puutarhayritystä tai muuta yksikköä, joka viljelee puutarhakasveja myyntiä varten. Puutarhatuotantoon kuuluvat Puutarhayritysrekisterin määritelmässä vihannesten, hedelmien, marjojen, kukkien, muiden koristekasvien ja taimien tuotanto avomaalla ja kasvihuoneessa sekä sienten viljely. Tässä selvityksessä kauppapuutarhaksi määriteltiin aluksi Puutarhayritysrekisterin määritelmiä mukaillen ammattimainen vihannesten, hedelmien, marjojen, koristekasvien ja taimien tuotanto myyntiä varten kasvihuoneessa tai avomaalla. Koska kohteita oli Hämeen alueella hyvin paljon, jätettiin vihannesten ja marjojen avomaatuotanto pois selvityksestä. Mansikkatilat, pelloillaan vihanneksia tuottavat kohteet ja sieniä kasvattavat kohteet eivät ole kohdekartoituksessa mukana.

Kauppapuutarhan päätuotteita voivat olla vihannekset, kukat ja/tai koristepuut ja koristepensaat. Tässä selvityksessä kauppapuutarhoiksi on luokiteltu kaikki koristekasveja myyntiä varten kasvattavat kohteet ja kasvihuoneissa vihanneksia kasvattavat kohteet. Koristekasvien tuottajista kauppapuutarhoiksi on siis luokiteltu sekä kasvihuonekohteet, esimerkiksi ruusutarhat, että avomailla kasveja kasvattavat koristetaimitarhat. Tämä jako johtuu siitä, että kohteen nimen perusteella on välillä vaikea historiatietoja tutkiessa tietää, kumpaan luokkaan kohde kuuluisi, joten ne on tässä tutkimuksessa laitettu samaan luokkaan. Myös vihanneksia kasvihuoneissa kasvattavat kohteet kuuluvat kauppapuutarhoihin. Yleensä kasvihuoneissa kasvatetaan esimerkiksi tomaattia ja kurkkua, mutta myös esimerkiksi porkkanaa voidaan viljellä kasvihuoneissa. Joissakin aiemmin tehdyissä selvityksissä mukana ovat vain kasvihuonekohteet. Avomailla koristekasveja kasvattavia kohteita ei ole näissä tutkimuksissa otettu kohdekartoitukseen mukaan.

2.1.1. Kauppapuutarhojen tuotantotietoja

Vuonna 2002 Suomessa toimi noin 2 500 yritystä, joissa kasvatettiin kasvihuonetuotteita myyntiin. Kasvihuonetuotanto oli päätuotantosuunta noin 1 550 yrityksessä. Vihanneksia viljeleviä kasvihuoneyrityksiä toimi noin 1 300 kpl, ja niiden tuotantoala oli noin 275 hehtaaria. Kasvihuoneviljelyaloilla mitaten tuotetuimmat

vihannekset olivat tomaatti, kasvihuonekurkku, porkkana ja ruukkusalaatti. (Kauppapuutarhaliitto 2003; Maataloustilastoja.)

Vuonna 2002 koristekasveja tuotettiin 935 kasvihuoneyrityksessä. Leikkokukista tärkein viljelykasvi oli ruusu. Ruusuja tuotti 137 yritystä, joiden tuotantoala oli 35 hehtaaria. Hyödettäviä sipulikukkia, esimerkiksi tulppaani, hyasintti, leikko- ja ruukkunarsissi, tuotettiin noin 370 puutarhalla, yhteensä 51,5 miljoonaa kappaletta. Ryhmäkasveja eli ”kesäkukkia” tuotettiin 870 puutarhalla, yhteensä 42,6 miljoonaa kappaletta. Kukkivia ruukkukasveja tuotettiin noin 520 puutarhalla, yhteensä 12,9 miljoonaa kappaletta. Marjoja tuotettiin 50 kasvihuoneyrityksessä, joiden yhteispinta-ala oli 7,5 hehtaaria. Taimia ja pistokkaita tuotettiin 770 kasvihuoneyrityksessä, joiden pinta-ala oli yhteensä 177 hehtaaria. Tyypillinen kasvihuoneyritys oli noin 2 500 m² kokoinen ja sitä hoiti yrittäjän oma perhe. (Kauppapuutarhaliitto 2003; Maataloustilastoja.)

2.1.2. Kauppapuutarhojen ympäristövaikutuksia

Suomessa kauppapuutarhojen ympäristövaikutuksia on tutkittu 1990-luvulta alkaen (esim. Grönroos ja Nikander 2002; Meronen 1993). Torjunta-aineiden maaperälle aiheuttamiin ongelmiin alettiin Suomessa kiinnittää huomiota pääkaupunkiseudun kaavoituspaineiden myötä 1990- ja 2000-lukujen vaihteessa (Fraktman 2002). Aiemmin kauppapuutarhatoiminnan ei ole ajateltu aiheuttavan erikoisemmin maaperävaikutuksia (Jaakkonen 2003, 7). 1990-luvun lopulta lähtien tehtyjen tutkimusten mukaan torjunta-aineiden hajoaminen Suomen maaperässä on hitaampaa kuin aiemmin on luultu. Tästä seuraa, että torjunta-aineet kulkeutuvat pohja- ja pintavesiin tai kertyvät maaperään herkemmin kuin aiemmin osattiin odottaa. (Aallonen 2002; Jaakkonen 2003, 53.) Nykyinen kiinnostus kauppapuutarhojen maaperiin juontaa juurensa myös pääkaupunkiseudun tonttipulaan. Aiemmin kauppapuutarhakäytössä olleita alueita on alettu kaavoittaa asuin- ja virkistyskäyttöön. (Savelainen 2003.) Maaperätutkimuksissa onkin alueilta löydetty maaperää pilaavia yhdisteitä. Muutamilla kauppapuutarha-alueilla tehdyissä tutkimuksissa maaperästä on löydetty orgaanisia ja epäorgaanisia torjunta-aineita. Torjunta-aineiden lisäksi lämmitysöljy on pilannut maaperää. (Jaakkonen 2003, 7.)

Kasvihuoneviljelyssä käytetyissä torjunta-aineissa on 1940-luvulta 2000-luvulle ollut käytössä yhteensä noin 120 erilaista tehoainetta (Jaakkonen 2003, 7). Torjunta-aineita käytetään eniten koristekasviviljelmillä. Vihannesviljelyssä on yleistä biologinen torjunta. (Grönroos & Nikander 2002.) Suomen kasvihuoneviljelyssä käytetään torjunta-aineita noin 10 tehoainetonnina. Tuo määrä on puoli prosenttia Suomessa käytettävien torjunta-aineiden määrästä (Jaakkonen 2003, 22).

Torjunta-aineita leviää kauppapuutarhoilta ympäristöön eri reittejä pitkin. Torjunta-aineita voi levitä esimerkiksi ruiskutuksen yhteydessä, jos torjunta-ainetta päätyy ruiskutuskohteen ulkopuolelle. Torjunta-aineita voi levitä ympäristöön ylikasteluvesien, seinien ja putkien pinnoille tiivistyvän veden ja kasvinsuojeluruiskujen pesuvesien mukana. Torjunta-aineita voi päästä ympäristöön rakennusten desinfioinnin yhteydessä, tai ovista, tuuletusluukuista ja rakennusten raoista torjunta-aineiden käytön yhteydessä. Torjunta-aineita voi levitä kasvihuoneiden ulkopuolelle käsitellyn kasvualustan tai kasvien kompostoinnissa. Vielä laajemmalle alueelle torjunta-aineet voivat levitä kasvihuoneissa ja muussa viljelyssä käytettyä maata siirrettäessä ja kompostimultaa myytäessä. (Fraktman 2001; Grönroos & Nikander 2002.) Kasvihuoneissa käytettyä turvetta tai kauppapuutarhan kompostimultaa on saatettu myydä tai siirtää kasvihuoneen purkamisen tai viljelyn lopettamisen jälkeen muualle. Entinen puutarha-alue voi siis olla maaperältään puhdas ja haitta-aineet levinneinä tuntemattomiin mullan käyttöpaikkoihin. (Fraktman 2001; Jaakkonen ja Sorvari 2006.)

Normaalin käytön lisäksi torjunta-aineet voivat aiheuttaa ympäristöriskejä vahinkojen kautta. Vahinkotilanteissa torjunta-ainetta voi kaatua laimentamattomana maahan. Jos avomaaviljelmillä käytettävää ruiskua on joskus täytetty suoraan vesistöstä, on torjunta-ainetta voinut joutua vesistöön. Ruiskun säiliö voi särkyä tai kaatua tai torjunta-ainetta voi joutua ympäristöön ylitäytön takia. Torjunta-aineita voi joutua ympäristöön myös ruiskutuskaluston pesun yhteydessä tai vanhojen torjunta-ainepakkausten hävitysten yhteydessä. (Ruiskuttajan käsikirja 1999, 39.)

2.2. Taustatietoa metsätaimitarhoista

Tässä selvityksessä taimitarhalla tarkoitetaan metsäpuiden taimia kasvattavaa taimitarhaa, jonka päätuotteina ovat kuusen, männyn ja/tai koivun taimet. Esimerkiksi koristeppuiden taimia kasvattavat avoviljelmät on luokiteltu kauppapuutarhoiksi.

2.2.1. Metsätaimitarhojen tuotantotietoja

Metsäpuiden taimien tuotantomäärät lähtivät huimaan nousuun 1950-luvun lopulla. Vuonna 1955 metsäviljelyyn tuotettiin 31 miljoonaa taimea vuodessa. Vuosina 1970–1990 tuotettujen taimien määrä oli noin 200–250 taimea vuodessa. (Jaakkonen ja Sorvari 2006.) Tämän jälkeen tuotanto pieneni. 1990- ja 2000-luvuilla suomalaiset taimitarhat ovat tuottaneet metsänistutuksiin vuosittain noin 140–160 miljoonaa tainta.

Metsäpuiden viljelyn alussa taimitarhat perustettiin pelloille ja metsämaalle. Pysyvät taimitarhat on 1960-luvulta lähtien perustettu hiekkapohjaiselle metsämaalle. Taimituotannossa tarvitaan runsaasti kasteluvettä. Taimitarhat on perustettu alueille,

joissa on lähistöllä kasteluun sopiva vesistö tai antoisa kaivo. Hiekkapohjaiset alueet, joilla on runsaasti vettä saatavilla, ovat usein myös pohjaveden muodostumisalueita. (Jaakkonen ja Sorvari 2006.)

Metsäpuiden taimia ovat tuottaneet Metsähallitus, Metsänjalostussäätiö, Metsäntutkimuslaitos, metsäteollisuusyritykset, Keskusmetsälautakunta Tapio, piirimetsälautakunnat (nykyiset metsäkeskukset), metsänhoitoyhdistykset ja yksityiset metsänomistajat (Honkanen 24.7.2003; Metsähallitus 1989). Noin 90 prosenttia metsäpuiden taimien määrästä on kuitenkin tuotettu suurten taimiyhtiöiden 25 taimitarhalla. (Juntunen 2002.) Suuria taimituotantoyhtiöitä on seitsemän. Suurin taimien tuottaja on Taimi-Tapio Oy. Toiseksi suurin taimien tuottaja on Metsähallitus. (Petäjäistö & Mäkinen 1999.) Metsähallituksen taimimyynti tapahtuu nykyisin Forelia Oy nimellä. Näiden lisäksi suuria taimituottajia ovat Fin Taimi Oy, Ab Mellanå Plant Oy, Pohjan Taimi Oy, Ab Sydplant ja UPM-Kymmene Metsä Oyj. (Taimitietopalvelu.) Lisäksi metsäpuiden taimia tuottaa noin 80 yksityistä taimentuottajaa ja suuri määrä 4H-kerholaisia. Pienten yksityisten taimitarhojen osuus tuotannosta oli 1990-luvun lopussa noin 10 prosenttia. (Petäjäistö & Mäkinen 1999.) Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen alueella toimii Taimi-Tapio Oy:n Vierumäen taimitarha. (Tapio-konserni.)

Metsäpuiden taimia kasvatetaan paljasjuuritaimina ja paakkutaimina. Paljasjuuritaimet kasvatetaan ulkona avomaapenkeissä. Kasvatusaika taimille on 2-4 vuotta puulajista riippuen. Nykyisin paljasjuuritaimista suurin osa on kuusta. Paakkutaimet alkukasvatetaan kasvihuoneissa kasvuturvelaatikoissa. Taimet siirretään ulos noin yksivuotiaina. Paakkutaimituotannossa taimet on mahdollista kasvattaa myyntikokoisiksi myös yhden kasvukauden aikana. Paakkutaimina kasvatetaan mäntyä, kuusta ja koivua. (Jaakkonen ja Sorvari 2006.) Nykyisin tuotannosta noin 90 prosenttia on paakkutaimia. Paakkutaimia tuotetaan kasvihuoneissa noin 40 hehtaarin alueella ja avomaalla 110 hehtaarin alueella. (Juntunen 2002.)

2.2.2. Metsätaimitarhojen ympäristövaikutuksia

Metsäpuiden taimien kasvatukselle maaperältään edullisimpia ovat tasaiset hienohiekkakankaat. Tästä johtuen metsäpuiden taimitarhoja on perustettu harju- ja reunamuodostumien alueelle. Toisaalta harju- ja reunamuodostumat ovat usein myös tärkeitä pohjavesialueita. (Mälkki ym. 1988, 9.) Taimitarhojen toiminnoista pohjavesiriskejä aiheuttavat lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö sekä kasvihuoneiden lämmitykseen ja koneisiin käytettävien polttoöljyjen ja polttoaineiden säiliöt (Kajander 1998, 53; Juntunen 2002). Myös kastelu voi vaikuttaa pohjaveteen. Taimitarha-alueita kastellaan yleensä vuodessa noin 1000 m³ hehtaaria kohden. Kastelua ei kuitenkaan ole pidetty merkittävänä uhkana pohjavedelle, koska suurin osa kasteluvedestä haihtuu kasvien kautta eikä päädy pohjaveteen asti. (Kajander 1998, 53.)

Taimitarhoilla kasvualustan peruslannoitus tehdään normaalisti kolmen vuoden välein ja lisäksi hoitolannoitus tehdään 2-3 kertaa kasvukauden aikana (Kajander 1998, 53). Lannoituksen vuoksi pohjaveden nitraattipitoisuudet voivat kohota ja kokonaistypen määrä kasvaa (Mälkki ym. 1998).

Torjunta-aineiden käytön seurauksena pohjaveteen voi päätyä torjunta-aineita tai niiden hajoamistuotteita. Metsätaimitarhoilla torjunta-aineita käytetään 1-10 kertaa kasvukaudessa (Kajander 1998, 53). Heinittymisen estämiseen metsätaimitarhoilla on käytetty herbisidejä: glyfosaattia, atratsiinia, klortiamidia, terbutylatsiinia ja heksatsinonia. Kasvitautilien, kuten männynkaristeen, männynversosyövän, koivunruosteen ja talvituhosienten torjuntaan metsätaimitarhoilla on käytetty manebia, kuparioksikloridia ja kvintotseenia. Tuhoeläinten, pääasiassa tukkimiehentäin, torjuntaan on käytetty kloorattuja hiilivetyjä, DDT:tä ja lindaania. (Markkula ym. 1990, 12-13.)

Vuonna 1996 käytettiin 28 suomalaisella metsätaimitarhalla yhteensä 175 000 kg lannoitteita ja yhteensä 662 kg torjunta-aineita (Juntunen 2002). Torjunta-aineiden käyttömäärät vaihtelevat paljon eri taimitarhoilla, mutta keskimäärin torjunta-aineita käytetään taulukon 1 mukaisia määriä.

Taulukko 1. Taimitarhoilla käytetyt torjunta-ainemäärät
(kg torjunta-ainetta miljoonaa tainta kohden, Juntunen 2002).

| torjunta-ainetyyppi | paakkutaimet | paljasjuuritaimet |
|---------------------|--------------|-------------------|
| fungisidit | 1,6 | 5,6 |
| herbisidit | 0,9 | 7,9 |
| insektisidit | 0,9 | 1,2 |

Paakkutaimituotannossa männylle ruiskutettiin torjunta-ainetta (tehoaineena laskettuna) keskimäärin 9,5 kg hehtaarille, kuuselle 0,9 kg/ha ja koivulle 1,6 kg/ha. Paakkutaimille torjunta-aineita käytettiin noin 3,4 kg miljoonaa tainta kohden ja paljasjuuritaimille noin 14,7 kg miljoonaa tainta kohden. Paljasjuuritaimien kasvatuksessa käytetään torjunta-aineita noin neljä kertaa, typpilannoitusta noin kahdeksan kertaa ja fosforilannoitusta noin viisi kertaa enemmän kuin paakkutaimien kasvatuksessa. (Juntunen 2002.) Rikkaruohojen, kasvitautilien ja tuhoeläinten torjuntatarve paljasjuurituotannossa on paakkutuotantoon verrattuna ajallisesti pitempi. Ulkona taimet ovat myös alttiimpia tuhoille. Paljasjuuritaimien etuna on, että ne kestävät uudistusalueella pintakasvillisuuden kilpailua ja tuhohyönteisten vioituksia paremmin kuin paakkutaimet. (Jaakkonen ja Sorvari 2006.)

Metsätaimitarhoilla torjunta-aineiden käyttö on ollut rutiiniluontoista, kun taas muissa kohteissa, esimerkiksi kauppapuutarhoissa, on käytetty enemmän tarveharkintaa

(Seppälä 1997, 20). Taimitarhoilla tehdyissä aiemmissä tutkimuksissa suurin osa analysoiduista torjunta-aineista on pidähtynyt kasvustoihin tai turpeeseen tai hajonnut metaboliatuotteiksi. Paakuista huuhtoutuneesta vedestä on tutkimuksissa löydetty vain viisi prosenttia muista taimille ruiskutetuista torjunta-aineista, mutta propakonatsolista on vedestä havaittu 30 prosenttia sen käyttömäärästä. (Juntunen 2002.) Jaakkonen ja Sorvari (2006) tutkivat torjunta-ainejäämien esiintymistä kahden Saarijärvellä sijaitsevan taimitarhan maaperä-, pintavesi- ja pohjavesinäytteistä. Pohjavesinäytteissä havaittiin atrasiinia, terbutylatsiinia, iprodionia, propikonatsolia, glyfosaattia ja sen hajoamistuotetta AMPA:a.

Arvioiden mukaan torjunta-aineiden käyttö Suomen metsätaimtarhoilla oli runsainta 1970-luvulla, jolloin vuosittaisen käyttömäärän arvioitiin olevan 18 000 kg tehoaineeksi laskettuna. Taimitarhojen aiheuttamat ympäristöriskit ovat pienentyneet 1970- ja 1980-luvun tilanteeseen verrattuna. Siirtyminen paljastaimituotannosta paakkutaimituotantoon ja taimituotannon supistuminen 250 miljoonasta taimesta 150 miljoonaan taimeen ovat vähentäneet lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttöä. Lannoitteiden käyttö on vähentynyt 800 tonnista 200 tonniin. Torjunta-aineiden käyttömäärä on vähentynyt 800 tonnista yhteen tonniin tehoaineina laskettuna. Torjunta-aineiden käyttömäärien vähenemisen selityksenä on paljon torjunta-aineita vaativien ja tautiarkojen mäännyn taimien tuotannon väheneminen 190 miljoonasta 60 miljoonaan taimeen. Lisäksi torjunta-aineiden tehoaineet ovat muuttuneet niin, että pienempi määrä ainetta riittää halutun vaikutuksen saamiseen. (Juntunen 2002.)

2.3. Taustatietoa torjunta-aineista

Torjunta-aine eli pestisidi on aine tai valmiste, jota käytetään kasvitauteja aiheuttavien mikrobien tai haitallisina pidettyjen kasvien tai eläinten torjuntaan maa- ja metsätaloudessa, kauppapuutarhoissa, metsätaimtarhoilla, maanteiden pientareilla, radanvarsialueilla ja kotitalouksissa (Paasivirta ja Rytsä 1980). Torjunta-aineiden käytön päätarkoituksena on parantaa satoja. Torjunta-aineet sisältävät yhden tai useampia vaikuttavia aineita, joita kutsutaan tehoaineiksi. Tämän lisäksi torjunta-ainevalmisteissa on liuottimia, pinta-aktiivisia aineita ja sidosaineita, joiden tehtävänä on parantaa tehoaineen pääsyä kohteeseensa. (Heinonen ym. 2007.)

2.3.1. Torjunta-aineiden luokitteluja

Torjunta-aineita voidaan luokitella käyttökohteiden mukaan esimerkiksi herbisideihin, fungisideihin ja insektisideihin (taulukko 2). Herbisideillä hävitetään rikkakasveja, fungisideilla torjutaan kasvien sienitauteja. Insektisidit ovat tuhohyönteisten torjuntaan tarkoitettuja kemikaaleja (Paasivirta ja Rytsä 1980). Herbisidit voivat vaikuttaa rikkakasveihin maan kautta, eli juurien kautta otettuna, tai lehtien kautta, tai molemmilla tavoilla. (Paasivirta ja Rytsä 1980).

Taulukko 2. Torjunta-aineiden jaottelu käyttökohteiden mukaan (Paasivirta ja Rytsä 1980).

| Torjunta-aineen suomenkielinen nimitys | Torjunta-aineen kansainvälinen nimi | Kohde | Ottotapa |
|--|-------------------------------------|-------------|------------------------|
| rikkakasvien torjunta-aineet | herbisidit | rikkakasvit | maan kautta |
| | | | lehtien kautta |
| | | | maan ja lehtien kautta |
| kasvitautilien torjunta-aineet | fungisidit | sienitaudit | |
| tuhoeläinten torjunta-aineet | | | |
| | insektisidit | hyönteiset | |
| | nematisidit | ankeroiset | |
| | akarisidit | punkit | |
| | molluskisidit | etanat | |
| | rodentisidit | jyrsijät | |
| kasvunsäätteet | | | |

Torjunta-aineita voidaan luokitella myös niiden kemiallisen rakenteen mukaan (taulukko 3). Orgaanisiin herbisideihin kuuluvat esimerkiksi fenoksihapot, urea- ja sulfonyyliureajohdokset sekä triatsiinit. (Ruiskuttajan käsikirja 1999). Torjunta-aineita voidaan luokitella myös niiden muodosteiden mukaan. Torjunta-aineet voivat olla esimerkiksi vedellä laimennettavia nesteitä, veteen liukenevia jauheita, pölytteitä, sirotteita tai kärytteitä (Paasivirta ja Rytsä 1980).

Taulukko 3. Torjunta-aineiden luokittelu kemiallisen rakenteen mukaan
(Ruiskuttajan käsikirja 1999).

| Aine | orgaaninen/epäorgaaninen | kemiallinen rakenne |
|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| herbisidit | epäorgaaninen | kuparisulfaatti |
| | | rautasulfaatti |
| | | natriumkloraaatti |
| | orgaaninen | fenoksihappo |
| | | ureajohdos |
| | | triatsiini |
| | | sulfonyyliurea |
| fungisidit | epäorgaaninen | rikki |
| | | kuparisulfaatti |
| | | kuparioksidikloridi |
| | orgaaninen | ditiokarbamaatit |
| | | bentsimidatsolit |
| | | triatsolit |
| tuhoeläinten torjunta-aineet | orgaaninen | kasvipiperäiset aineet |
| | | pyretroidit |
| | | klooratut hiilivedyt |
| | | fosforiyhdisteet |
| | | karbamaatit |

Kasvihuoneviljelyssä yleisimmin käytettyjä torjunta-aineita on esitetty taulukossa 4. Tiedot koskevat ajanjaksoa 1940–2003. Tiedot on koottu Satu Jaakkosen julkaisusta (2003) Toimintansa lopettaneiden kauppapuutarhojen maaperän pilaantuneisuus. Taulukossa on listattu tyypillisimmät kasvitautien torjunta-aineet, tuhoeläinten torjunta-aineet, kasvunsäätteet ja maan desinfiointiaineet. Tämän tyyppisiä torjunta-aineita on käytetty eniten kasvihuoneissa. Herbisidit ei kasvihuoneiden sisällä ole samalla tavalla tarvittu.

Taulukko 4. Kasvihuoneviljelyssä käytetyt torjunta-aineet (Jaakkonen 2003).

| Torjunta-aineen tyyppi | Tehoaine |
|--------------------------------|--|
| Kasvitautilien torjunta-aineet | lindaani (peittaus) |
| | ditiokarbamaatit (myös peittaus) |
| | elohopeayhdisteet (peittaus) |
| | kupariyhdisteet |
| | rikkiyhdisteet |
| | kvintotseeni |
| | kaptaani |
| | benomyyli |
| Tuhoeläinten torjunta-aineet | klooratut hiilivedyt |
| | orgaaniset fosforiyhdisteet |
| | karbamaatit |
| | luonnon yhdisteet |
| | pyretroidit |
| | arseeniyhdisteet (käytetty 1950-luvulle saakka) |
| | lyijy-yhdisteet (käytetty 1950-luvulle saakka) |
| | elohopeayhdisteet (käytetty 1950-luvulle saakka) |
| Kasvunsäätteet | klormekvattikloridi |
| | daminotsoli |
| | flurprimidoli |
| Maandesinfiointiaineet | ditiokarbamaatit |
| | klooratut hiilivedyt |
| | endosulfaani |
| | lindaani (peittaus) |
| | elohopeayhdisteet |

2.3.2. Torjunta-aineiden käyttömäärät Suomessa

Ensimmäinen kaupallinen rikkaruohomyrkkä tuli Suomessa markkinoille vuonna 1927. Suomalainen Fekalit-valmiste tuli myyntiin vuonna 1935 ja Rikkaruohotuho-niminen valmiste vuonna 1945. (Lähde ym. 1955; Seppälä 1997, 8). Kemiallisen kasvinsuojelun valtakausi alkoi 1940- ja 1950-lukujen taitteessa. Silloin käyttöön tulivat synteettisesti valmistetut orgaaniset hyönteismyrkyt. Torjunta-aineiden valtakauden aloitti DDT:n eli diklooridifenyyliatrikloorietaanin tappavien ominaisuuksien keksiminen. DDT tuli Suomessa markkinoille vuonna 1946. (Markkula ym. 1990, 2, 9.) Torjunta-aineet tulivat Suomessa maa- ja metsätaloudessa laajemmin käyttöön 1950-luvulla. Torjunta-aineita käytettiin jo 1960-luvulla kauppapuutarhoissa, metsätaimitarhoissa ja kotien puutarhoissakin rikkakasvien, kasvitautilien ja tuhoeläinten torjumiseen. Rautateiden varsilta ja teiden pientareilta rikkakasveja sekä puiden ja pensaiden taimia on tuhottu herbisideillä 1950-luvun alusta. (Seppälä 1997.) Aluksi torjunta-aineita mainostettiin yleismyrkkyinä, jotka tehosivat kaikkiin tuhohyönteisiin, mutta olivat vaarattomia ihmisille. Torjunta-aineiden käyttö oli houkuttelevaa, koska niitä käyttämällä saatiin varmemmin satoa. (Talvitie 1945; Jaakkonen 2003, 12.)

Torjunta-aineiden myyntiä on Suomessa tilastoitu vuodesta 1953 alkaen. Tilastoja keräsi aiemmin Kasvintuotannon tarkastuskeskus KTTK ja nykyisin

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Vuosien 1953–1987 aikana Suomessa käytettiin torjunta-aineita yhteensä 48 560 tonnia tehoaineina ilmoitettuna. Tästä määrästä 93 % (44 973 tonnia) käytettiin pelto- ja puutarhaviljelyksillä ja 5 % (2 505 tonnia) metsissä. Torjunta-aineista 2 % (939 tonnia) käytettiin asunnoissa, varastoissa ja karjasuojissa. Torjunta-aineita on tilastoitu valmistajien ja maahantuojien ilmoittamien myyntimäärien mukaan. Näistä tilastoista ei selviä, miten suuri osuus torjunta-aineista on käytetty kauppapuutarhoilla tai metsätaimatarhoilla. Puutarhaviljelyksillä on käytetty suurelta osin samoja torjunta-aineita kuin peltoviljelyksillä, mutta jonkin verran myös juuri puutarhakasveille kehitettyjä torjunta-aineita. Puutarhakasvien viljelyalat ovat kuitenkin niin pieniä, että erikoisaineiden käyttömäärät ovat jääneet pieniksi. (Markkula ym. 1990, 2-6.)

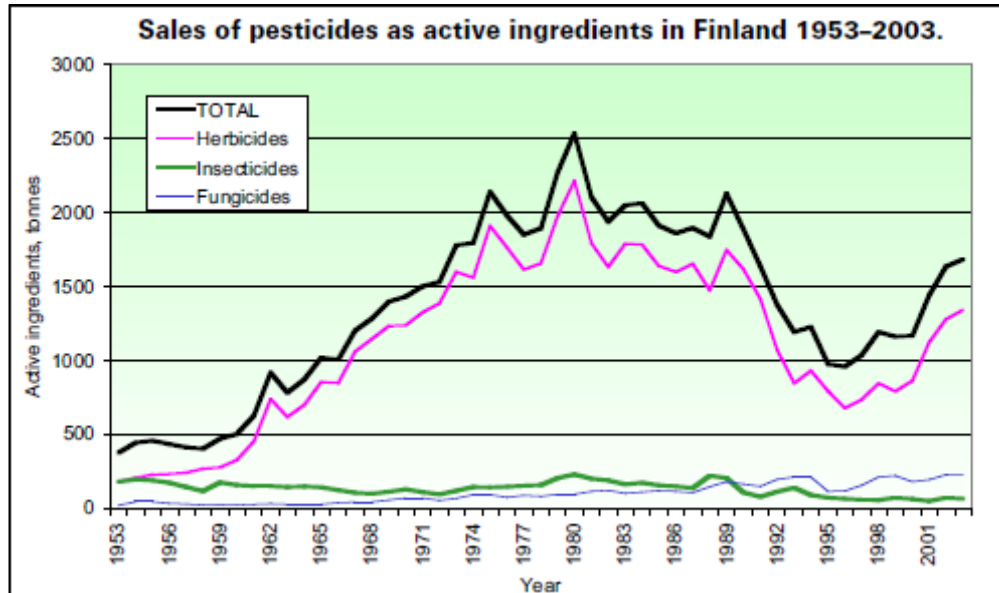
Suurimmillaan torjunta-aineiden myynti on Suomessa tähän mennessä ollut 1980-luvulla. Vuonna 1980 myynti oli 2580 tonnia tehoaineena ilmoitettuna. Tultaessa 1990-luvulle torjunta-aineiden myynti laski ja alimmillaan myynti oli vuonna 1996, jolloin torjunta-aineita myytiin 956 tonnia tehoainetta. Vuonna 2002 torjunta-aineiden myynti oli 1663 tonnia tehoaineena ilmoitettuna tai 4227,6 tonnia torjunta-aineina ilmoitettuna. Suurimman osuuden torjunta-aineista muodostavat viljapelloilla käytettävät herbisidit. Vuonna 2002 Suomessa myydyistä torjunta-aineiden tehoaineista 78 % oli herbisidejä, 14 % fungisidejä, 4 % maataloudessa käytettäviä insektisidejä sekä 3 % kasvunsääteitä. Sisätilojen insektisidit, rodentisidit ja hyönteiskarkotteet muodostivat yhdessä torjunta-aineiden myynnistä alle prosentin. Herbisidien myynnistä glyfosaatti muodosti noin puolet. Glyfosaatin myynti oli 1516 tonnia. (Markkula ym. 1990; Savela ja Hynninen 2003.) (taulukko 5 ja kuva 1).

Taulukko 5. Torjunta-aineita Suomessa markkinoilla eri vuosina
(Markkula ym. 1990; KTTK 1996, KTTK 2003, Savela ja Hynninen 2003, 57-59; Evira 2008a, Evira 2008b).

| Vuosi | Tehoaineiden lkm | Kauppavalmisteiden lkm | Tuottajien (maahantuojat ja kotimaiset valmistajat) lkm | Myynti yhteensä (tonnia tehoainetta) |
|-------|---------------------|---------------------------|---|---|
| 1953 | 52 | 170 | 20 | 374,3 |
| 1965 | 89 | 370 | 55 | 1017,3 |
| 1987 | 151 | 291 | 29 | 1996,1 |
| 1996 | 153 | 311 | 44 | |
| 2003 | 180 | 390 | 77 | 1682 |
| 2008 | 161 | 313 | 51 | 2675,3 |

Kuvassa 1 on esitetty Suomessa myydyt torjunta-ainemäärät tehoaineiksi laskettuina vuosina 1953–2003. Torjunta-aineiden käyttö väheni 1990-luvulla, muun muassa uusien tehoaineiden kehittämisen vuoksi. Näitä tehoaineita tarvittiin torjunta-aineissa vain pieniä määriä. (Seppälä 1997.) Torjunta-aineiden myynti on lähtenyt uudelleen nousuun

2000-luvulla. Tilastojen perusteella vuonna 2008 myyty tehoainemäärä oli suurempi kuin milloinkaan aiemmin. Yhtenä taustaselityksenä tähän on suorakylvömenetelmän käytön yleistyminen peltoviljelyssä (Londesborough ym. 2006).



Kuva 1. Torjunta-aineiden tehoaineiden myynti Suomessa 1953–2003 (Savela ja Hynninen 2004, 58).

Torjunta-aineiden käyttöä ei tilastoida. Torjunta-aineiden käyttöä on vaikea arvioida myyntilukujen perusteella, koska käyttäjillä on torjunta-aineita myös omissa varastoissaan (Vuorimaa ym. 2007, 11). Varastoissa on myös sellaisia torjunta-aineita, jotka on poistettu Suomessa torjunta-ainerekisteristä ja joiden myynti on loppunut (Jaakkonen 2003).

Viljelmien lisäksi torjunta-aineita on käytetty muun muassa rautatiealueilla. Ratahallintokeskuksen selvityksen mukaan rautatiealueilla on rikkakasvien torjunta-aineita vuosittain noin 3-4 tonnia. Tämä on noin 0,5 % Suomen herbisidien myynnistä eli suunnilleen sama määrä kuin kauppapuutarhojen osuus Suomen herbisidien myynnistä. Rautatiealueilla 1990- ja 2000-luvuilla käytettyjä torjunta-aineita ovat olleet Velpar L, Simatsin ja Zeppelin. Aiemmin käytettyjä torjunta-aineita ovat olleet mm. Hyvar-X, Gardoprim 80, Atranex ja Velpar. (Ratahallintokeskus 2002.)

2.3.3. Torjunta-aineita koskeva lainsäädäntö

Vuoden 1952 alusta Suomessa tuli voimaan laki kasvinsuojeluaineista, jolla kasvinsuojeluaineiden markkinointi tehtiin luvanvaraiseksi (Markkula ym. 1990). Torjunta-ainelaki tuli voimaan vuonna 1969 ja sen nojalla annettu torjunta-aineasetus

vuonna 1970. Lainsäädäntöä on myöhemmin muutettu ja täydennetty moneen kertaan. (Paasivirta ja Rytsä 1980.) Tuorein muutos tapahtui vuoden 2007 alussa, kun laki kasvinsuojeluaineista (1259/2006) tuli voimaan. Torjunta-ainelainsäädännön tarkoituksena on toisaalta ollut varmistaa valmisteiden torjuntateho ja toisaalta estää torjunta-aineiden terveys- ja ympäristöhaittoja. Torjunta-ainelainsäädäntö on koskenut kasvitautilien, tuhoeläinten ja rikkakasvien torjunta-aineita sekä puunsuoja-aineita ja kasvunsäätettä. (Paasivirta ja Rytsä 1980).

Torjunta-ainerekisteriä piti aiemmin yllä Kasvintuotannon tarkastuskeskus vuosina 1953–2006. Torjunta-aineen hyväksymisestä rekisteriin päätti torjunta-ainelautakunta. Nykyisin kasvinsuojeluaineiden rekisteriä ylläpitää Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Se myös päättää valmisteiden hyväksynnästä rekisteriin.

Laki kasvinsuojeluaineista sisältää EU:n kasvinsuojeludirektiivin vaatimukset kasvinsuojeluaineiden terveys- ja ympäristöriskien arvioinnista ennen kasvinsuojeluvalmisteiden markkinoille pääsyä. Päätökset torjunta-aineiden tehoaineiden hyväksyttävyydestä tehdään nykyisin EU:n tasolla komissiossa Euroopan elintarviketurvallisuusviraston valmistelun pohjalta. Torjunta-ainevalmisteet edelleen arvioidaan ja hyväksytään kansallisesti. Valmisteiden koostumus ja käyttöohjeet sekä käytön rajoitukset voivat olla eri EU-maissa erilaisia. (Autio 2009.) Vain sellaisia torjunta-ainevalmisteita voidaan hyväksyä, joiden tehoaineet on hyväksytty EU:n kasvinsuojeluainedirektiivin positiivilistalle. EU:ssa hyväksyttyjä tehoaineita sisältävien valmisteiden kansallinen hyväksymättä jättäminen on tulevaisuudessa todennäköisesti vaikeaa. (Londesborough ym. 2006.)

Pohjavesien suojelemiseksi on pohdittu tiukennuksia torjunta-aineiden käyttöön. Suomen ympäristökeskuksen raportissa on ehdotettu erilaisia vaihtoehtoja. Lievimässä ehdotuksessa metsätalouden torjunta-aineiden käytöstä luovuttaisiin pohjavesialueilla. Tiukimmassa ehdotuksessa kaikkien torjunta-aineiden käyttö kiellettäisiin kaikilla pohjavesialueilla niin metsä-, pelto- kuin kasvihuoneviljelyssä. (Londesborough ym. 2006.)

Talousveden laatuvaatimuksia myös torjunta-aineiden osalta säädellään Sosiaali- ja terveysministeriön antamilla säädöksillä. Sosiaali- ja terveysministeriön talousveden laatuvaatimuksia koskevan asetuksen (STM asetus 461/2000) mukaan talousveden torjunta-aineiden yhteenlaskettu pitoisuus saa olla korkeintaan 0,5 µg/l ja yksittäisen yhdisteen pitoisuus enimmillään 0,1 µg/l. Aldriinin, dieldriinin, heptakloorin ja heptaklooriepoksidin raja-arvo on 0,03 µg/. Asetuksessa tarkoitetut yhdisteet ovat hyönteis-, rikkaruoho-, sieni-, ankerois-, punkki-, levä- ja jyrsijämyrkkijä, orgaanisia limantorjunta-aineita sekä muita vastaavia tuotteita sekä yhdisteiden metabolia-, hajoamis- ja reaktiotuotteita.

2.3.4. Pohjavesistä Suomessa havaitut torjunta-aineet

Pohjaveden torjunta-ainepitoisuuksia on tutkittu metsäpuiden taimitarhoilla Siilinjärvellä ja Juuassa (Mälkki ym. 1988), valtakunnallisessa kaivovesitutkimuksessa (Korkka-Niemi ym. 1993), Lahden seudun pohjavesien torjunta-ainepitoisuuksia koskeneissa selvityksissä (Gustafsson 2004) sekä Etelä-Savon vedenottamoiden vesiä koskeneessa tutkimuksessa (Ylönen 2005). Myös Metsäntutkimuslaitos ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT ovat tehneet aiheesta tutkimuksia (esim. Juntunen 2002; Laitinen 2009). Uudempia tutkimuksia ovat kahden metsäpuiden taimitarhan pohjavesitutkimukset Saarijärvellä (Jaakkonen ja Sorvari 2006), Suomen ympäristökeskuksen hanke Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä -TOPO (Vuorimaa ym. 2007) sekä Länsi-Suomen ympäristökeskuksen julkaisema taimi- ja kauppapuutarhoja koskeva selvitys (Närhi 2008).

Mälkki ym. (1988) ovat selvittäneet lannoitteiden ja torjunta-aineiden pitoisuuksia taimitarhojen pohjavedessä ja vajovesikerroksessa. Tutkimuskohteina selvityksessä ovat olleet Metsäntutkimuslaitoksen omistama Suonenjoen taimitarha-alue ja Pohjois-Karjalan piirimetsälautakunnan omistama Juuan taimitarha. Selvityksestä käy ilmi, että taimitarhojen lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö 1980-luvun lopussa perustui rutiineihin. Torjunta-aineiden ja lannoitteiden käytössä ei ollut tarveharkintaa. Vajovesinäytteistä ja pohjavesinäytteistä löydettiin kvintotseeneja ja atratsiinia. 1980-luvun lopussa torjunta-aineiden analysointi oli haastavaa ja tämänkin selvityksen näytteiden analysoinnissa oli hankaluuksia. Tutkimuksen mukaan taimitarhojen haitat pohjavesille ilmenevät lähinnä tyyppiyhdisteiden määrän kasvuna. Suotovesinäytteistä löydettiin tutkimuksessa enimmillään nitraattia yli 400 mg/l, pohjavesinäytteistä ylimmillään melkein 150 mg/l.

1990-luvun alussa Suomessa kartoitettiin kaivovesien laatua. Valtakunnallisessa kaivovesitutkimuksessa (Korkka-Niemi ym. 1993) analysoitiin kaivovesistä lukuisten muiden tutkittavien aineiden lisäksi torjunta-aineita. Vuonna 1991 otettiin Etelä-Suomen maatalousvaltaisilla alueilla vesinäytteitä 50 kaivosta. Vesinäytteistä analysoitiin 88 pestisidiä. Tutkimuksissa löydettiin yhdestä kaivosta 2,6-diklooribentsamidia (BAM) 0,5 µg/l pitoisuus (määritysraja 0,1 µg/l).

Marja-Liisa Juntunen (2002) tutki väitöskirjassaan taimitarhoilla käytettyjen lannoitteiden ja torjunta-aineiden ympäristövaikutuksia. Tutkimuksessa todettiin suurimman osan analysoiduista torjunta-aineista pidätyvän kasvustoihin tai turpeeseen tai hajoavan metaboliatuotteiksi. Paakuista huuhtoutuneesta vedestä löydettiin vain viisi prosenttia muita taimille ruiskutettuja torjunta-aineita, mutta propakonatsolista tutkimuksissa huuhtoutui kasteluveden mukaan noin kolmasosa käyttömäärästä.

Jaakkonen ja Sorvari (2006) tutkivat vuonna 2003 alkaneessa projektissa torjunta-ainejäämien esiintymistä kahden Saarijärvellä sijaitsevan taimitarhan maaperä-, pintavesi- ja pohjavesinäytteistä. Ahvenlammin ja Pataman taimitarhoilta otettiin kuusi pohjavesinäytettä. Pohjavesinäytteissä havaittiin atratsiinia, terbutylatsiinia, iprodionia, propikonatsolia, glyfosaattia ja sen hajoamistuotetta AMPA:a.

Etelä-Savon ympäristökeskuksen alueella olevien vedenottamoiden raakavesien torjunta-ainepitoisuuksia tutkittiin vuonna 2005. Torjunta-aineita tutkittiin 53 vesinäytteestä. Näytteistä ei havaittu STM:n asetuksen raja-arvon ylittäviä torjunta-ainepitoisuuksia. Pienempinä pitoisuuksina torjunta-aineita ja niiden hajoamistuotteita näytteistä kuitenkin todettiin. Vesinäytteistä todettuja torjunta-aineita olivat atratsiini, bromasiili, etofumesaatti, heksatsinoni, simatsiini ja terbutylatsiini. Torjunta-aineiden hajoamistuotteista vesinäytteistä havaittiin 2,6-diklooribentsoamidia BAM:a, desetyyli-atratsiinia DEA:a, desisopropyliatratsiinia DIA:a sekä terbutylatsiini-desetyyliä. (Ylönen 2005.)

Heli Härkki (2005) on diplomityössään tutkinut 2,6-diklooribentsoamidin (BAM) poistamista pohjavedestä aktiivihiilisorptiolla. BAM:a havaittiin Tampereen Veden Messukylän vedenottamolla vuonna 2004. Aktiivihiilipatja osoittautui toimivaksi, mutta melko kalliiksi tavaksi poistaa vedestä BAM:aa talousveden raja-arvon alittavalle tasolle. Aktiivihiilisuodatus on Tampereen Messukylän vedenottamon lisäksi Hyvinkäällä vedenottamon torjunta-ainepitoisuuksien vuoksi (Vuorimaa ym. 2007).

Suomen ympäristökeskuksen hankkeessa Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä (TOPO) kartoitettiin torjunta-aineiden esiintymistä kuntien vedenottamoiden vedessä. Hankkeessa tutkittiin vuosien 2002–2005 välillä 295 vesinäytettä, jotka oli otettu 282 havaintopisteestä ja edustivat 190 pohjavesialuetta. (Gustafsson 2004; Vuorimaa ym. 2007.) Näytteistä analysoitiin noin 145 torjunta-ainetta tai niiden hajoamistuotetta. Tutkimusprojektissa löydettiin torjunta-aineita tai niiden hajoamistuotteita 39 prosentissa tutkituista näytteistä, 35 prosentissa havaintopisteistä ja 37 prosentissa tutkituista pohjavesialueista. Talousveden raja-arvo 0,1 µg/l (STM 461/2000) ylittyi 8 prosentilla tutkituista pohjavesialueista. Talousveden raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia pohjavesinäytteistä todettiin atratsiinia, sen hajoamistuotteita desetyyli-atratsiinia DEA:aa ja desetyyli-deisopropyliatratsiinia DEDIA:aa, heksatsinonia, bentatsonia, bromasiilia sekä diklobeniilin hajoamistuotetta BAM:aa (2,6-diklooribentsoamidi). Näiden lisäksi todettiin pienempiä pitoisuuksia simatsiinia, propatsiinia, terbutylatsiinia ja sen hajoamistuotetta desetyyliterbutylatsiinia, mekopropia, diklopropia sekä atratsiinin, simatsiinin ja terbutylatsiinin hajoamistuotetta DIA:aa. Kaikkiaan torjunta-aineita todettiin 39 prosentissa näytteistä. Hämeen ympäristökeskuksen (nykyisin Hämeen ELY-keskus) alueelta TOPO-projektissa oli mukana 36 pohjavesialuetta. Näistä yhdeltä alueelta todettiin talousveden raja-arvon ylittäviä torjunta-ainepitoisuuksia. Lisäksi 11 muulta alueelta löytyi pienempiä torjunta-ainepitoisuuksia.

Talousveden raja-arvon ylittävä torjunta-ainepitoisuus havaittiin Lahdessa sijaitsevalta pohjavesialueelta. Raja-arvon ylittymisen aiheuttaneita torjunta-aineita tai hajoamistuotteita tällä pohjavesialueella olivat atratsiini, DEA, DEDIA, heksatsinoni ja bromasiili. Muita Hämeen ympäristökeskuksen alueelta pohjavesistä pienempinä pitoisuuksina löytyneitä torjunta-aineita ja hajoamistuotteita olivat simatsiini, DIA, ja BAM. (Gustafsson 2004; Vuorimaa ym. 2007.)

Torjunta-aineiden esiintymistä maaperässä ja pohjavedessä jo toimintansa lopettaneilla taimi- ja kauppapuutarhoilla on selvitetty Länsi-Suomen ympäristökeskuksessa seitsemän kohteen osalta (Närhi 2008). Tutkittavina kohteina oli kaksi taimitarhaa ja viisi kauppapuutarhaa. Kohteiden maaperästä löydettiin yleisimmin DDT:tä ja sen hajoamistuotteita. Maaperästä löydettiin merkkejä myös lindaania, kvintotseenia, HCB:tä (voi olla myös kvintotseenin sivutuote), HCH- α :a, atratsiinia, dimetooattia, sypermetriiniä ja permetriiniä sisältävien torjunta-aineiden käytöstä. Pohjavesinäytteistä tutkimuksessa havaittiin atratsiinia ja atratsiinin hajoamistuotteita, permetriiniä, sypermetriiniä, simatsiinia, terbutylatsiinia ja 2,6-diklooribentsamidia.

Suomen ympäristökeskuksen koordinoimassa haitallisten aineiden tutkimusohjelmassa (Veska2) tutkittiin torjunta-aineiden esiintymistä maatalousvaltaisissa vesistöissä vuosina 2004–2006. Hankkeessa otettiin pintavesinäytteitä kuudesta pienestä ja kuudesta suuresta joesta. Näytteistä analysoitiin noin 120 torjunta-aineen tai niiden hajoamistuotteiden esiintymistä. Pintavesinäytteistä löytyi 38 torjunta-ainetta ja yhdeksää eri hajoamistuotetta. Yleisimmin näytteistä löytyi fenoksihappoherbisidejä, esimerkkeinä yleisimmin löydettyistä aineista MCPA, diklorproppi-P ja mekopropi-P. Pintavesinäytteistä löytyi myös muun muassa etofumesaattia, simatsiinia, terbutylatsiinia, heksatsinonia ja atratsiinia. Näiden torjunta-aineiden esiintyminen kolmen vuoden aikana otetuissa näytteissä vaihteli vuosittain. Vuonna 2004 todettiin noin 30 prosentissa analysoiduista vesinäytteistä myös näitä torjunta-aineita atratsiinia lukuun ottamatta. Atratsiinia havaittiin vuonna 2005 otetuista suurten jokien vesinäytteistä noin 25 prosentissa näytteistä. Valtaosa kaikista pintavesistä löydettyistä torjunta-aineista on rikkakasvien torjunta-aineita. (Heinonen ym. 2007.)

Pirkko Laitinen (2009) tutki väitöskirjassaan glyfosaatin käyttäytymistä peltomaassa. Hän havaitsi, että maan fosforitason kasvaessa glyfosaatin sitoutuminen heikkeni ja sen kulkeutumis- ja huuhtoutumisriski kasvoi. Glyfosaatti on orgaaninen fosforivalmiste ja se kilpailee maan sitoutumispaikoista fosforin kanssa. Fosforille maassa sopivia sitoutumispaikkoja ovat maan alumiini- ja rautaoksidit ja –hydroksidit. Laitinen havaitsi myös, että glyfosaattia kulkeutui kasvissa juuristoon merkittäviä määriä. Juurien hajotessa glyfosaatti vapautuu maahan. Maaperässä olevista glyfosaattijäämistä osa on peräisin kasvien juuristoon kulkeutuneesta glyfosaatista.

2.3.5. Torjunta-aineiden kulkeutuminen pohjaveteen

Ympäristöön tarkoituksella tai vahingossa päätyvät kemikaalit jakautuvat maaperään, ilmakehään, veteen, kasveihin ja eläimiin monimutkaisten fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten prosessien tuloksena (Seiber 2002). Torjunta-aineiden kulkeutumiseen maan läpi pohjaveteen vaikuttavat monet prosessit. Näihin prosesseihin kuuluvat torjunta-aineen adsorptio ja desorptio maahiukkasten pinnalla, torjunta-aineen hajoamisprosessi, torjunta-aineen haihtuminen ilmaan, torjunta-aineen pintavalunta ja se, miten kasvit ottavat torjunta-ainetta maasta. Näihin prosesseihin puolestaan vaikuttavat maan ominaisuudet, ilmasto-olot, torjunta-aineen ominaisuudet sekä viljelykäytännöt. (Helling ja Gish 1986.)

Torjunta-aineiden käyttäytymiseen maaperässä ja pohjavedessä vaikuttavat erityisesti kulkeutuminen veden mukana ja tarttuminen maaperän hiukkasten pinnoille. Torjunta-aineet voivat päästä pohjavesikerrostumaan vajo- ja suotoveteen liuenneina, orgaanisena veteen liukenemattomana nestefaasina, suspensiomuodossa tai kolloidiseen ainekseen sitoutuneina. Suspensiossa vesi kuljettaa pieniä maapartikkeleita, joihin voi olla sitoutunut torjunta-aineita. (Nikunen 1993; Fraktman 2002; Jaakkonen ja Sorvari 2006.) Kolloidisen humusmateriaalin mukana torjunta-aineita voi päästä pinta- ja pohjavesiin (Fraktman 2002).

Tutkimuksissa torjunta-aineiden on todettu pidättävän sitä paremmin pohjaveden yläpuolisiin maakerroksiin, mitä paksumpia ja hienorakeisempia maakerrokset ovat (Kajander 1998, 53). Adsorption kannalta tärkein tekijä on maaperän orgaanisen aineksen määrä. Maaperän orgaanisesta aineesta suurin osa koostuu humusaineista. Humusaineet voivat pidättää itseensä hyvin monimuotoisen joukon aineita esimerkiksi eri tavoilla varautuneita ja hydrofiilisiä sekä hydrofobisia ryhmiä. (Fraktman 2002.) Kemikaalin tarttumiseen maaperän hiukkasiin, adsorptioon, vaikuttavat molekyylin koko, muoto, vesiliukoisuus ja polaarisuus. Kemikaalin sitoutumiseen maaperään vaikuttavat maaperän rakenne ja koostumus, orgaanisen aineksen ja savimineraalien määrä sekä laatu, kationinvaihtokapasiteetti, maaperän hiukkasten partikkelikoko, maan huokosveden pH, lämpötila sekä vesi- ja suolapitoisuus. (Nikunen 1993; Hartikainen 22.4.2010.)

Ympäristöön päätyneet kemikaalit voivat hajota kemiallisesti, valokemiallisesti tai mikrobiologisten prosessien tuloksena. Torjunta-aineiden hajoaminen voi olla osittaista, eli johtaa välituotteiden syntymiseen. Täydellisessä hajoamisessa aine mineralisoituu epäorgaanisiksi aineiksi sekä hiilidioksidiksi ja vedeksi. (Cheng ja Koskinen 1986.) Bioottinen hajoaminen tapahtuu mikro-organismien vaikutuksesta. Maaperän bakteerit ja sienet hajottavat yhdisteitä yksinkertaisemmiksi yhdisteiksi ja saavat hajottamistaan yhdisteistä itselleen ravintoa ja energiaa. Yhden mikro-organismin hajottamistuotteita voivat pystyä käyttämään ravintonaan toiset mikrobit, eli hajoaminen on monivaiheinen

prosessi. Biohajoaminen on mahdollista orgaanisille yhdisteille. Epäorgaaniset yhdisteet, torjunta-aineista raskasmetallit, eivät ole biohajoavia. Sellaiset torjunta-aineet, jotka muistuttavat rakenteeltaan luonnonaineita, hajoavat luonnossa helpommin. Orgaanisista yhdisteistäkin osa on mikrobeille vaikeita hajotuskohteita: fungisidit ovat mikro-organismeille myrkyllisiä ja halogenoidut, esimerkiksi klooria tai bromia sisältävät orgaaniset yhdisteet ovat niin uusia, että niille ei ole hajottajaorganismeja. Se, miten tiukasti yhdiste pidättyy maapartikkeleihin, vaikuttaa myös sen biosaatavuuteen. Aineen pidättyminen tiukasti orgaaniseen ainekseen tai saveen vähentää aineen kulkeutumista ja yleensä myös biosaatavuutta. (Hartikainen 1992; Nikunen 1993.)

Yhteenvetona voidaan esittää, että torjunta-aineiden huuhtoutuminen pohjavesiin riippuu ympäristön ominaisuuksista ainakin sääolosuhteista (lämpötila ja kosteus), paikallisen maaperän ominaisuuksista (maaperän rakenne, mineraalit, ravinteikkuus, pH), maan mikrobilajistosta ja mikrobien runsaudesta. Torjunta-aineiden huuhtoutumiseen vaikuttavat myös viljelykasvit ja viljelymenetelmät. (Jaakkonen 2003; Nikunen 1993; Seiber 2002; Seppälä 1997,8; Servomaa ym.1997,12; Vuorimaa ym. 2007, 15.) Kauppapuutarhoilla ja taimitarhoilla torjunta-aineiden kulkeutumiseen pohjaveteen vaikuttavat viljelymenetelmistä esimerkiksi torjunta-aineiden käyttö, kastelun runsaus, kasvualustan ja kasvien kyky sitoa vettä ja ylikasteluviesien viemäroinnin olemassaolo (Servomaa ym. 2001). Ympäristöolosuhteiden lisäksi torjunta-aineen ominaisuudet pysyvyys, myrkyllisyys, ja biokertyvyys vaikuttavat niiden ympäristökäyttäytymiseen. Torjunta-aineiden ominaisuuksista on kerrottu enemmän seuraavassa luvussa.

Suomessa käytetään torjunta-aineita moneen muuhun maahan verrattuna vähän (Savela ym. 2003, 61), mutta Suomessa olosuhteet ovat sellaisia, että torjunta-aineiden käyttö voi helposti aiheuttaa ympäristöriskien muodostumisen mahdollisuuden. Suomen olosuhteille ominaisia ovat kylmä ilmasto, keskilämpötilan suuret vuodenaikaiserot, vähäinen auringonsäteilyenergia, lyhyt kasvukausi, sekä maaperästä, kallioperästä ja ilmastosta johtuvat muut erityispiirteet. Suomessa kallioperän päällä oleva ja pohjavettä suojeleva maakerros on jääkauden jäljiltä vielä ohut. Suomen maaperä poikkeaa eurooppalaisesta ”keskivertomaaperästä” niin, että Suomessa maaperä on happamampi ja sisältää vähemmän kalsiumkarbonaattia. Myös savimineraalien laatu on erilainen. Alhainen lämpötila pitää myös suuren osan vuodesta mikrobitoiminnan aktiivisuuden alhaisena. Syksyisin olosuhteet ovat Suomessa sellaisia, että ne edistävät torjunta-aineiden huuhtoutumista. Roudan vaikutuksista torjunta-aineiden hajoamiseen ei ole juuri tietoa. (Nikunen 1993; Luotola ym. 2001; Seppälä 1997.)

Kemikaalien eteneminen maaperässä ja pohjavedessä on usein hidasta. Pohjavesien saastuminen voi olla peräisin vuosien tai vuosikymmenten takaisesta toiminnasta. Pohjaveden kautta torjunta-aineet voivat levitä laajalle alueelle ja myös kauas alkuperäisestä käyttöpaikastaan. (Seppälä 1997.)

2.3.6. Pohjavesistä todettujen torjunta-aineiden ominaisuuksia

Kemikaalien ympäristövaikutuksiin vaikuttavia kemikaalien avainominaisuuksia ovat pysyvyys, biokertyvyys ja myrkyllisyys (Manahan 2005). Torjunta-aineista organoklooriyhdisteet ovat lipofiilisiä, hyvin pysyviä ja biokertyviä. Organofosfaatit ovat hyvin myrkyllisiä nisäkkäille. Triatsiinit ja fenoksihapot ovat ympäristössä erittäin pysyviä. Näitä torjunta-ainetyyppejä käytettiin yleisesti 1970-luvulle asti, sen jälkeen niitä on pyritty korvaamaan vähemmän haitallisilla. (Seiber 2002.) Torjunta-aineiden kulkeutuvuutta pohjavesiin voidaan arvioida seuraavien torjunta-aineen ominaisuuksien avulla: vesiliukoisuus, haihtuvuus, pidentyminen maaperän orgaaniseen ainekseen ja sedimenttiin, kertyvyys ja hajoamisnopeus. (Nikunen 1993.)

Aineen vesiliukoisuus kuvaa, miten paljon ja miten nopeasti aine liukenee veteen. Heikosti veteen liukenevat aineet adsorboituvat maaperään ja veden kiintoainekseen hanakammin. Hyvin liukenevat, hydrofiiliset aineet pyrkivät vesifaasiin. Veteen hyvin niukkaliukoiset aineet puolestaan pyrkivät vesifaasista pois ja ne voivat kerääntyä esimerkiksi rasvasoluihin. Aineen haihtuvuutta kuvaavat höyrynpaine ja Henryn lain vakio. Ne kertovat, haihtuuko aine ilmaan joutuessaan kosketuksiin veden ja maan kanssa. (Nikunen 1993.) Torjunta-aineen pidentymistä maaperän orgaaniseen ainekseen ja sedimenttiin kuvaa vesi-orgaaninen hiili jakaantumiskerroin K_{oc} . Aineen biokertyvyyttä voidaan arvioida biokertyvyyttä kuvaavan tunnusluvun BCF ja rasvaliukoisuuden perusteella. Rasvaliukoisuutta kuvataan esimerkiksi vesi/oktanoli – jakautumiskertoimen K_{ow} avulla. Aineen hajoamisnopeutta kuvataan puoliintumisajalla maaperässä. Tässä hajoamisnopeuden kuvaajassa on mukana sekä abioottinen että bioottinen hajoaminen. Näiden torjunta-aineen ominaisuuksien perusteella voidaan arvioida torjunta-aineen ympäristökäyttäytymistä. Haitta-aineiden pohjavesien kulkeutumiseen liittyviä riskiluokituksia kuvataan taulukossa 6.

Taulukko 6. *Haitta-aineiden ympäristökäyttäytymiseen perustuva pohjavesille aiheutuvien riskien tunnistus (Nikunen 1993; Jaakkonen ja Sorvari 2006).*

| Ominaisuus | Yksikkö tai Symboli | Huomattava riski | Kohtalainen riski | Vähäinen riski | Ei riskiä |
|--|------------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Vesiliukoisuus | mg/l | >1000 | 10-1000 | 0,1-10 | <0,1 |
| Haihtuvuus (Höyrynpaine) | Pa | <0,001 | 0,001-0,1 | 0,1-10 | >10 |
| Haihtuvuus (Henryn lain vakio) | Pa m ³ /mol | <0,01 | 0,01-1 | 1-100 | >100 |
| Pidättyminen orgaaniseen ainekseen ja sedimenttiin | K _{oc} | <150 | 150-500 | 500-5000 | >5000 |
| Rasvaliukoisuus, kertyvyys | log K _{ow} | - | ≤3,0 | ≥5,0 | - |
| Puoliintumisaika maaperässä | DT50 | >8 kk (>240 d) | 1-8 kk (30-240 d) | 1vko-1kk (7-30 d) | <1 vko (<7 d) |

Joidenkin Suomessa pohjavesinäytteistä havaittujen torjunta-aineiden ja niiden hajoamistuotteiden fysikaalis-kemiallisia ja ekotoksikologisia ominaisuuksia on esitetty taulukossa 7 alla. Verrattaessa tämän taulukon arvoja yllä esitettyyn taulukkoon 6, huomataan, että pohjoisissa oloissa huuhtoutuu pohjavesiin myös sellaisia torjunta-aineita ja hajoamistuotteita, joiden vesiliukoisuutensa puolesta oletettaisiin aiheuttavan vain vähäisiä riskejä pohjavesille tai joiden kyky pidäytyä orgaaniseen ainekseen ja sedimenttiin on melko hyvä. Taulukossa 7 esitettyjä torjunta-aineita ja niiden käyttöä on kuvattu tarkemmin seuraavissa luvuissa.

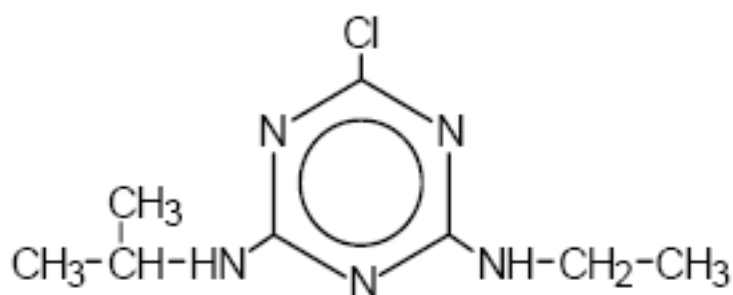
Taulukko 7. Joidenkin pohjavesinäytteistä havaittujen torjunta-aineiden fysikaalis-kemiallisia ja ekotoksikologisia ominaisuuksia (Gustafsson 2004, Rapala ja Gustafsson 2005; Vuorimaa ym. 2007, HSDB. DEDIA:lle tietoja ei saatavissa).

| Ominaisuus | yksikkö/ symboli | Atrat- siini | DEA | DIA | DEDIA | Terbu- tylat- siini | Simat- siini | Heksa- tsinoni | BAM | Eto- fume- saatti |
|--|------------------------|---------------------|---------------------|--------|-------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| Vesiliukoisuus | mg/l | 33-45 | 3 200 | | | 5,0-8,5 | 5,3-6,2 | 33 000 | 2 730 | 50-500 |
| Haihtuvuus (Höyrynpaine) | Pa | $2,7 \cdot 10^{-7}$ | 0,012 | | | $1,5 \cdot 10^{-4}$ | $2,9 \cdot 10^{-6}$ | $3,0 \cdot 10^{-5}$ | $4,4 \cdot 10^{-3}$ | $6,5 \cdot 10^{-4}$ |
| Haihtuvuus (Henryn lain vakio) | Pa m ³ /mol | $3,0 \cdot 10^{-4}$ | $1,5 \cdot 10^{-4}$ | | | $3,7 \cdot 10^{-3}$ | $9,4 \cdot 10^{-5}$ | $2,3 \cdot 10^{-7}$ | $1,2 \cdot 10^{-4}$ | $3,7 \cdot 10^{-3}$ |
| Pidätyminen orgaaniseen ainekseen ja sedimenttiin | K _{oc} | 2-163 | 13- 3000 | 13-106 | | 162- 278 | 79- 3559 | 13-192 | 30 | 55-500 |
| Rasvaliukoisuus | log K _{ow} | 2,6 | 1,51 | | | 3,0 | 2,2-2,5 | 1,2 | 0,77 | 2,7 |
| Puoliintumisaika maassa | DT50, 20 C, d | 41-146 | 28-81 | 31-48 | | 84-170 | 20-270 | 60 -180 | | 83-253 |
| | DT50, 10 C, d | 176 | | | | 456 | | 426- 502 | | |
| Hydrolyyttinen puoliintumisaika | pH 7-9, d | >200 | | | | >200 | 200 | | | |
| | pH 5, d | 42 | | | | 63 | 70 | | | |
| Myrkyllisyys leville | EC50, mg/l | <1 | | | | 0,02 | <1 | 0,02 | | |
| Myrkyllisyys vesiselkä- rangattomille | EC50, mg/l | 3,6-39 | | | | 0,1- 21,2 | 1->100 | 151 | | 48-83 |
| Akuutti myrkyllisyys kaloille | LC50, mg/l | 0,9-100 | | | | 1,6-66 | 3,1- >100 | 274- 952 | | 10,9 |
| Kertyvyys kaloihin | BCF | 3-40 | 1-8,3 | | | 34 | <1-55 | 2-7 | 10 | 24 |

2.3.6.1 Atratsiini

Atratsiini kuuluu triatsiineihin. Triatsiinit ovat heterosyklisiä hiilivetyjä, joissa bentseenirenkaassa kolme hiiltä on korvattu typeltä. Triatsiinit ovat myös halogenoituja, bentseenirenkaaseen on liittynyt kloorisubstituentti. Triatsiini-herbisidien toiminta perustuu fotosynteesin estämiseen. (Manahan 1999.) Triatsiineihin kuuluvat esimerkiksi atratsiini, simatsiini ja terbutylatsiini.

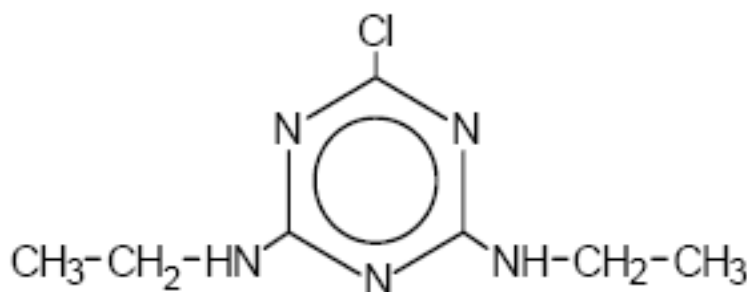
Atratsiini (2-kloori-4-etyyliamino-6-isopropyyliamino-1,3,5-triatsiini) on kohtalaisen (33–45 mg/l) vesiliukoinen yhdiste, joka maalajista riippuen hajoaa maaperässä kohtalaisen hitaasti tai hitaasti (DT50 41–146 vrk). Leville ja vesikasveille atratsiini on erittäin myrkyllistä (EC50 <1 mg/l). Se on helposti tai erittäin helposti kulkeutuva maaperässä, mikäli sitä tarkastellaan aineen kiinnittyvyyttä maahiukkasiin kuvaavan jakautumiskertoimen (K_{oc} 2,03) perusteella. Vesiliukoisuus, hidas hajoaminen ja vähäinen taipumus kiinnittyä maahiukkasiin viittaavat suureen kulkeutumisriskiin pohjavesiin. Atratsiini kuuluu EY:n vesipuitedirektiivin ns. prioriteettiaineisiin, joiden pitoisuuksia jäsenvaltioiden tulee seurata vesistöissään. Suomessa atratsiinia sisältävien torjunta-aineiden myynti loppui 1992. (Gustafsson 2004; Vuorimaa ym. 2007.) Atratsiini on maavaikutteinen herbisidi. Atratsiinin käyttö oli Suomessa hyväksytty rikkakasvien torjuntaan viljelemättömillä alueilla, metsänviljelyssä, omenapuiden ja marjapensaiden alustoilla sekä maissinviljelyssä. Se tiedettiin hyvin pysyväksi maaperässä jo 1980-luvulla. (Paasivirta ja Rytä 1980, 265.) Atratsiinin rakennekaava on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Atratsiinin rakennekaava (Gustafsson 2004).

2.3.6.2 Simatsiini

Simatsiini (2-kloori-4,6-bis(etyyliamino)-1,3,5-triatsiini) kuuluu myös triatsiineihin. Simatsiini on veteen niukkaliukoinen yhdiste (5,3–6,2 mg/l), jonka hajoamisnopeus maaperässä vaihtelee kohtalaisen hitaasta erittäin hitaaseen (DT50 20–270 vrk). Jakautumiskertoimen (K_{oc} 79–377) perusteella simatsiini on maaperässä helposti kulkeutuvaa tai vähintään kohtalaisen kulkeutuvaa. Biokertyvyyskertoimien (BCF <1–55) perusteella simatsiinin riski kertyä eliöihin on vähäinen. Atratsiinin tavoin simatsiini on erittäin myrkyllistä leville (EC50 <1 mg/l) ja vesikasveille. (Gustafsson 2004; Vuorimaa ym. 2007). Simatsiini oli Suomessa hyväksytty rikkakasvien torjuntaan hedelmäpuiden, marjapensaiden, koristepuiden ja –pensaiden sekä perennojen alustoilla, metsätaimetarhoissa ja viljelemättömillä alueilla. Simatsiini on maavaikutteinen herbisidi. Se tiedettiin maassa hyvin pysyväksi jo 1980-luvulla. (Paasivirta ja Rytsä 1980, 265.) Suomessa simatsiinia sisältävät valmisteet poistuivat torjunta-ainerekisteristä vuonna 2004, ja tällöin simatsiinia sisältävien torjunta-aineiden myynti loppui. Simatsiini kuuluu EU:n prioriteettiaineisiin, joiden pitoisuuksia jäsenvaltioiden tulee seurata vesistöissään. (Gustafsson 2004; Vuorimaa ym. 2007.) Simatsiinin rakennekaava on esitetty kuvassa 3.

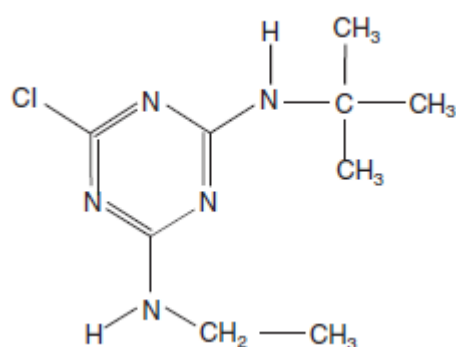


Kuva 3. Simatsiinin rakennekaava (Gustafsson 2004).

2.3.6.3 Terbutylatsiini

Terbutylatsiini (2-kloori-4-etyyliamino-6-tert-butyliamino-1,3,5-triatsiini) kuuluu triatsiineihin. Tämä herbisidi vaikuttaa kasveihin sekä maan että lehtien kautta. Terbutylatsiini on ollut Suomessa hyväksytty rikkakasvien torjuntaan metsänviljelyssä ja viljelemättömillä alueilla. (Paasivirta ja Rytsä 1980, 265.) Myöhemmin terbutylatsiinia on käytetty myös peruna- ja herneviljelyksillä (Vuorimaa ym. 2007). Terbutylatsiini poistui torjunta-ainerekisteristä vuonna 2003. Terbutylatsiini on veteen

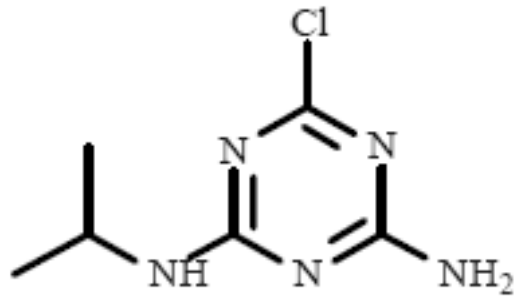
niukkaliukoinen yhdiste (5,0–8,5 mg/l). Maaperässä yhdiste luokitellaan kohtalaisen hitaasti tai hitaasti hajoavaksi (DT50 84–170 vrk) ja viileässä lämpötilassa (10 °C) hajoaminen on erittäin hidasta. Terbutylatsiinin puoliintumisajan on todettu olevan yli vuoden sekä maaperässä että vesistössä. Jakautumiskertoimen (K_{oc} 162–278) perusteella terbutylatsiini luokitellaan kohtalaisen kulkeutuvaksi maaperässä. Terbutylatsiini on leville erittäin myrkyllistä (EC50 0,02 mg/l). (Gustafsson 2004; Vuorimaa ym. 2007.) Terbutylatsiinin rakennekaava on esitetty kuvassa 4.



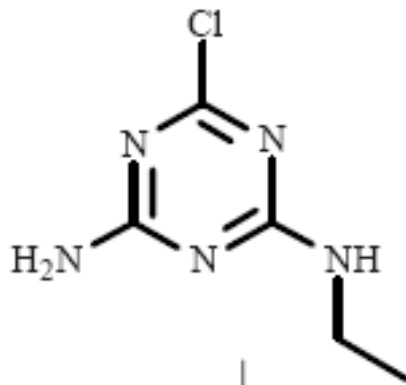
Kuva 4. Terbutylatsiinin rakennekaava (Vuorimaa ym. 2007).

2.3.6.4 Triatsiinien hajoamistuotteet DEA, DIA ja DEDIA

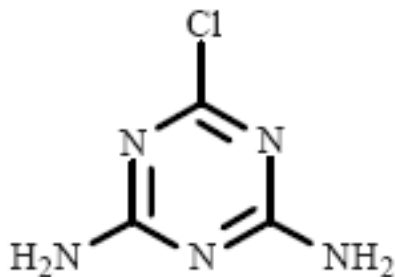
Atratsiini hajoaa pääasiassa kolmeksi hydroksiatratsiiniyhdisteeksi ja kolmeksi klooratuksi atratsiiniyhdisteeksi. Hydroksiyhdisteet ovat vallitsevia kasveissa ja klooratut eläinkudoksissa ja vesissä. Kloorattuja atratsiiniyhdisteitä ovat desetyyliatratsiini (DEA), deisopropyli-atratsiini (DIA) ja desetyli-deisopropyliatratsiini (DEDIA). DEA on hyvin vesiliukoinen (3 200 mg/l). Jakautumiskertoimen (K_{oc} 13–80) perusteella DEA on maaperässä erittäin kulkeutuvaa tai helposti kulkeutuvaa. DIA hajoaa kohtalaisen hitaasti ja on adsorptiokertoimen (K_{oc} 13–80) perusteella erittäin kulkeutuvaa tai helposti kulkeutuvaa maaperässä. (Gustafsson 2004; Vuorimaa ym. 2007.) DEDIA-hajoamistuotteesta ei ole esimerkiksi kulkeutuvuudesta kertovia tietoja saatavilla (esim. HSDB). DIA ja DEDIA ovat myös simatsiinin ja terbutylatratsiinin hajoamistuotteita. Hajoamistuotteiden DEA, DIA ja DEDIA rakennekaavat on esitetty kuvissa 5, 6 ja 7.



Kuva 5. DEA:n rakennekaava (Gustafsson 2004).



Kuva 6. DIA:n rakennekaava (Gustafsson 2004).

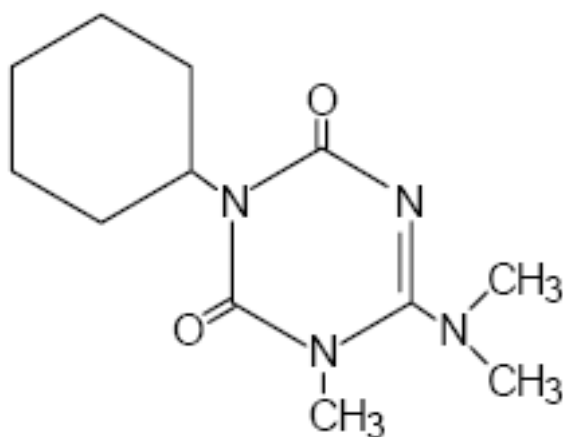


Kuva 7. DEDIA:n rakennekaava (Gustafsson 2004).

2.3.6.5 Heksatsinoni

Heksatsinoni-herbisidiä on käytetty rikkakasvien torjuntaan metsänviljelyssä männyn ja kuusen uudistusaloilla, metsätaimitarhoissa männyn koulinta-aloilla sekä viljelemättömillä alueilla. Heksatsinonia on Suomessa myyty kauppanimellä Velpar L. (KTTK 1996.)

Heksatsinoni on kemialliselta nimeltään 3-sykloheksyyli-6-dimetyyliamino-1-metyyli-1,3,5-triaatsin-2,4-dioni. Sen rakennekaava on esitetty kuvassa 8. Heksatsinoni on hyvin vesiliukoinen yhdiste (33 000 mg/l). Heksatsinonin jakautumiskertoimen (K_{oc} 13–192, keskiarvo 55) perusteella yhdiste on keskimäärin erittäin kulkeutuvaa tai vähintään helposti kulkeutuvaa maaperässä. Yhdisteen kiinnittyminen maahiukkasiin on vähäistä. Vesiliukoisuus ja vähäinen adsorboituminen maahan viittaavat suureen kulkeutuvuusriskiin pohjavesiin. Viileässä lämpötilassa (10 °C) yhdiste on erittäin hitaasti hajoavaa (DT50 426–502 vrk). Erityisen suuri kulkeutumisriski on alueilla, joilla on vähän orgaanista ainesta sisältäviä karkeita maalajeja ja viileä ilmasto. Heksatsinoni on erittäin myrkyllistä leville (EC50 0,02 mg/l). Heksatsinoni poistui torjunta-ainerekisteristä 1999. (Gustafsson 2004; Vuorimaa ym. 2007.)



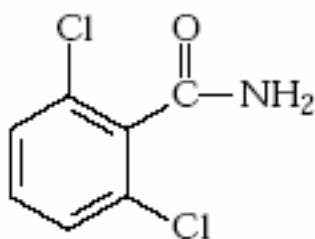
Kuva 8. Heksatsinonin rakennekaava (Gustafsson 2004).

2.3.6.6 BAM eli 2,6 – diklooribetsoamidi

BAM eli 2,6-diklooribentsoamidi kuuluu amideihin. BAM on herbisideinä käytettyjen klooritiamidin (2,6-diklooritibentsoamidi) ja diklobeniilin (2,6-diklooribentsonitriili) hajoamistuote (Härkki 2005). Nämä kumpikin ovat maavaikutteisia herbisidejä. Suomessa klooritiamidi ja diklobeniili olivat käytössä rikkakasvien torjuntaan hedelmäpuiden, marjapensaiden, koristepuiden ja –pensaiden alustoilla sekä viljelemättömillä alueilla. (Paasivirta ja Rytsä 1980.) Klooritiamidia ja diklobeniiliä sisältäviä torjunta-ainevalmisteita ovat olleet Prefix, Casoron G, Decabane, Dyclomec, Niagara 5006 ja Norosac (Härkki 2005). Viimeisin diklobeniiliä sisältävä torjunta-aine poistui kasvisuojeluaineiden rekisteristä Suomessa vuoden 2009 lopussa (Evira 2010a).

Klooritiamidi hajoaa maaperässä nopeasti diklobeniiliksi, joka puolestaan voi hajota mikrobiologisesti BAM:ksi. Myös BAM hajoaa mikrobiologisesti, mutta sekä vedessä

että maaperässä hajoaminen on erittäin hidasta ja olosuhteiden on oltava mikrobeille suotuisat. (Vuorimaa ym. 2007.) BAM:n hajoaminen maaperässä 2,6-diklooribentsoehapoksi on vienyt Tanskassa 3-9 vuotta. Parhaiten BAM on hajonnut maan pintakerroksissa, 0-0,5 m syvyydellä maan pinnasta. BAM liukenee hyvin veteen (vesiliukoisuus noin 2,7 g/l 20–25 °C) ja kulkeutuu helposti maaperässä (K_{oc} 30). Pidäytyminen erityisesti hiekka- ja sora- ja soramoreeneihin on vähäistä. (Härkki 2005.) BAM:n rakennekaava on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. BAM:n eli 2,6-diklooribentsoamidin rakennekaava (Härkki 2005).

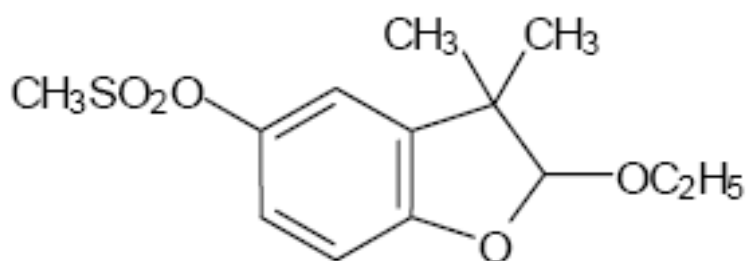
2.3.6.7 Etofumesaatti

Etofumesaatti on herbisidi, joka vaikuttaa kasveihin sekä maan että lehtien kautta (Paasivirta ja Rytsä 1980, 267). Etofumesaatti on edelleen Suomessa hyväksytty käytettäväksi rikkakasvien torjuntaan sokerijuurikas- ja punajuurikasviljelyksillä. Etofumesaattia sisältävien valmisteiden kauppanimiä ovat Betanal Progress SE, Kemifan Pro FL, Powertwin, Trammat 500 SC. (Evira 2010a.) Aiemmin myynnissä olleita kauppanimiä ovat esimerkiksi Kemiron, Kemiron flow 500, Trammat, Betanal tandem ja Kemifan Duo (KTTK 1996). Nykyisin etofumesaatin käyttöä pohjavesialueilla on rajoitettu (Evira 2010b). Muualla maailmassa etofumesaattia on käytetty myös rikkakasvien torjumiseen metsäpuiden ja koristepuiden kasvatuksessa. Lisäksi sitä on käytetty herbisidinä papujen, herneiden, sipulin, auringonkukan, mansikan ja tupakan viljelmillä sekä pinaatin ja nurmen siemenviljelmillä. (HSDB.)

Etofumesaatin kemiallinen nimi on 2-etoksi-2,3-dihydro-3,3-dimetyyli-5-bentsofuranyyli-metaanisulfonaatti (kuva 10). Etofumesaatti on maassa erittäin kulkeutuvaa tai kulkeutuvaa riippuen maaperän laadusta (K_{oc} 55-500). Jakautumiskertoimen K_{oc} perusteella etofumesaatin oletetaan kiinnittyvän maahiukkasiin ja sedimenttiin. Henryn lain vakion perusteella yhdiste ei juuri haihdu kosteasta maasta veden mukana ja höyryn paineen arvon perusteella se ei haihdu kuivasta maasta. Yhdisteen mikrobiologiseksi puoliintumisaikaksi on tutkimusten perusteella esitetty 83-253 päivää. Etofumesaatille tärkeä hajoamisreitti on

valokemiallinen hajoaminen. Yhdisteen puoliintumisajaksi maaperässä 22-25 asteessa on esitetty 45 päivää. (HSDB.)

Suomessa MTT on tutkinut myös etofumesaatin käyttäytymistä peltomaassa. Tutkittaessa sokerijuurikasviljelyksillä tavallisesti käytössä olevaa viittä herbisidiä etofumesaatti osoittautui peltomaassa huonoiten hajoavaksi. Sitä löytyi maasta vielä seuraavan vuoden keväällä. Kaksivuotisessa tutkimuksessa etofumesaatin ei todettu kulkeutuneen pohjaveteen. (Laitinen ym. 2006.) Pohjoisissa oloissa etofumesaattia kulkeutui maassa erityisesti lumensulamisvesien mukana (Siimes ym. 2006).



Kuva 10. Etofumesaatin rakennekaava (EC 2002).

3. AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimusmenetelminä tässä työssä ovat kirjallisuusselvitys kauppapuutarha- ja taimitarhakohteiden etsimiseksi, kyselytutkimus alan yrittäjille sekä pohjavesinäytteiden laboratorioanalyysi. Seuraavissa luvuissa kerrotaan näistä tutkimusmenetelmistä tarkemmin.

3.1. Selvitys kauppapuutarhojen ja metsätaimitarhojen määrästä ja sijainnista

Yhden tutkimusaineiston muodostaa Hämeen ympäristökeskuksen toiminta-alueella vuosina 2003 ja 2004 tehty kauppapuutarha- ja metsätaimitarhakartoitus. Tällä kartoituksella pyrittiin selvittämään alueella sijaitsevien kauppapuutarha- ja taimitarhakohteiden määrät ja sijaintitiedot. Kartoituksessa pyrittiin selvittämään alueella toimivat ja aiemmin toimineet, jo toimintansa lopettaneet kohteet. Ajallisesti tutkimusaineisto rajautuu kartoituskohteiden osalta vuosiin 1940–2004. Tietoja kauppapuutarhojen ja metsätaimitarhojen olemassaolosta ja niiden sijainnista etsittiin erilaisista kirjallisuuslähteistä, jotka on esitetty liitteessä A. Lisäksi tietoja kohteista kysyttiin paikallistuntemusta omaavilta kuntien viranomaisilta. Kauppapuutarha- ja metsätaimitarhakohteiden olemassaolosta ja sijainnista kysyttiin kuntien ympäristö(nsuojelu)sihteereiltä, maataloussihteereiltä ja viheralueiden hoidosta vastaavilta viranhoitajilta. Alueellisesti kartoitusalueena ovat Hämeen ympäristökeskuksen alueeseen vuosina 2003 ja 2004 kuuluneet 28 kuntaa (kuva 11). Joidenkin näiden 28 kuntien nimet ovat kartoitusajankohdan 1940–2004 välillä vaihtuneet ja se on kohdekartoituksessa huomioitu.



Kuva 11. Hämeen ympäristökeskuksen alue vuosina 2003 ja 2004 (Hämeen ympäristökeskus).

3.2. Kysely kauppapuutarha- ja taimitarhayrittäjille

Toisena tutkimusaineistona on kauppapuutarhojen ja metsätaimatarhojen yrittäjille vuonna 2003 lähetetty kysely, jolla kartoitettiin kauppapuutarhojen ja metsätaimatarhojen ympäristövaikutuksia. Kyselyllä selvitettiin muun muassa kohteiden tuotantosuuntia, torjunta-aineiden käyttöä, kohteiden kokoluokkia ja toiminta-aikoja. Kyselylomake on liitteessä C. Kysely lähetettiin kirjeitse 190 kohteelle. Kyselyyn vastasi 80 kohdetta. Vastausprosentiksi muodostui näin ollen 42 prosenttia. Kyselyn tuloksia ei pienestä vastausprosentista johtuen voi yleistää koskemaan kaikkia kauppapuutarha- ja metsätaimitarhakohteita, mutta tuloksia voi pitää suuntaa antavina.

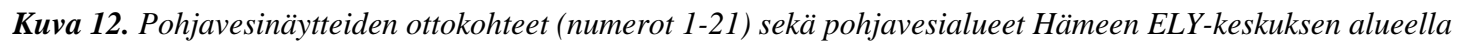
3.3. Pohjavesinäytteet kauppapuutarhoilta ja metsätaimitarhoilta

3.3.1. Näytteenotto

Kolmantena tutkimusaineistona on 21 pohjavesinäytettä, jotka on otettu kauppapuutarhojen ja taimitarhojen kaivoista kesällä 2004. Näytteenottokohteet ovat kauppapuutarha- ja metsätaimitarhakartoituksessa mukana olevia kohteita eri puolelta Hämettä. Näytteenottokohteissa on mukana viisi metsätaimitarhakohdetta ja 16 kauppapuutarhakohdetta. Kohteiden listaus on esitetty taulukossa 8 ja kohteet on esitetty kartalla kuvassa 12. Kartassa näkyvät myös pohjavesialueet. Näytteenottokohteista 12 kohdetta sijaitsee pohjavesialueella. Näytteet on otettu 17.8., 18.8., 23.8., 24.8. ja 25.8.2004. Kaivovesinäytteet ovat jokaisessa kohteessa ottaneet Riitta Savikko ja Tuomo Korhonen Hämeen ympäristökeskuksesta. Näytteet on otettu Lahden tutkimuslaboratorion pulloihin. Kustakin kohteesta vesinäytteet otettiin kahteen 1 litran lasipulloon, kahteen 1 litran muovipulloon sekä yhteen 250 ml muovipulloon. Osa vesinäytteistä on otettu kohteiden juomavesihanoista, osa puutarhahanoista ja -letkuista ja osa kaivoista limnos-noutimella. Noudinta on käytetty näytteenottoon niissä tilanteissa, joissa kaivo ei ollut juomavesi- eikä kasteluvesikäytössä. Ennen vesinäytteen ottoa juomavesihanojen ja puutarhahanojen vettä on juoksutettu noin 10-15 minuuttia, jotta näytevesi edustaisi kaivon vettä eikä putkiston vettä. Vesinäytteet on viety Lahden tutkimuslaboratorioon ottopäivän aikana noin klo 16 mennessä.

Taulukko 8. Pohjavesinäytteiden näytteenottokohteet

| Nro | Kohde | Kunta | Pohja- vesi- alueella | Näytteen ottopiste | Näytteen otto- mene- telmä | Kaivon syvyys (m) | Näyt- teen otto- syvyys (m) |
|-----|---|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------|---|
| 1 | Lehtorannan puutarha | Asikkala | kyllä | Kaivo | hana | | |
| 2 | Rintelän puutarha | Asikkala | kyllä | Kaivo | noudin | lähde- kaivo | 1 |
| 3 | Hartolan entinen taimitarha | Hartola | kyllä | Kaivo | kaivon hana | | |
| 4 | Jokisen puutarha | Hattula | lähellä | Kaivo | letku | | |
| 5 | Lakstedtin puutarha | Hattula | ei | Kaivo | noudin | | 3 |
| 6 | Järvisen puutarha | Hauho (nykyisin Hämeenlinnaa) | lähellä | Kaivo | noudin | 5 | 3 |
| 7 | Tapion siemenkeskus | Hausjärvi | kyllä | Kaivo | noudin | | 5,5 |
| 8 | Vaaran puutarha | Hämeenlinna | kyllä | Kaivo | noudin | | 13 |
| 9 | Harvialan taimitarhat | Janakkala | kyllä | Kaivo | letku | | |
| 10 | Kärkölän entinen taimitarha | Kärkölä | lähellä | Kaivo | noudin | | 5 |
| 11 | Aaltosen puutarha | Lahti | lähellä | Kaivo | noudin | | 3 |
| 12 | Forssin puutarha | Lahti | lähellä | Kaivo | noudin | | 4 |
| 13 | Mainiemen puutarha | Lammi (nykyisin Hämeenlinnaa) | kyllä | Kaivo | noudin | | 4,5 |
| 14 | Okslahden puutarha | Loppi | lähellä | Kaivo | hana | 18 | |
| 15 | Koskisen puutarha | Loppi | kyllä | Kaivo | hana | | |
| 16 | Haapastensyrjän metsänjalostuskeskus | Loppi | lähellä | Kaivo | hana | 5 | |
| 17 | Vuoren puutarha | Nastola | kyllä | Kaivo | noudin | 25 | 18 |
| 18 | Uusikylän taimitarha | Nastola | kyllä | Kaivo | noudin | | 8,5 |
| 19 | Varpion puutarha | Orimattila | lähellä | Kaivo | letku | pora- kaivo | |
| 20 | Viitasen puutarha | Orimattila | kyllä | Kaivo | noudin | | 6,5 |
| 21 | Vikstenin Taimisto | Tammela | kyllä | Kaivo | hana | pora- kaivo | |



3.3.2. Analyysimenetelmät

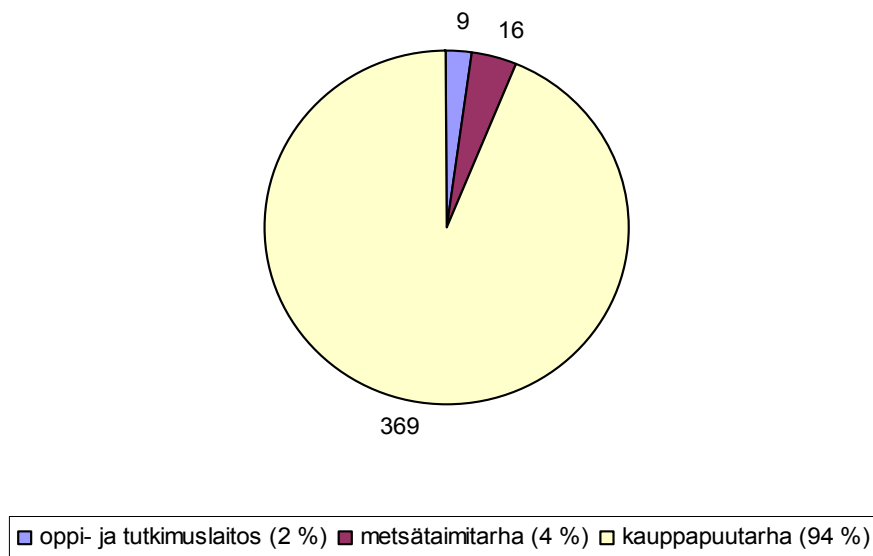
Pohjavesinäytteet on analysoinut Lahden tutkimuslaboratorio (nykyisin nimeltään Ramboll Analytics Oy). Vesinäytteistä analysoitiin torjunta-aineet, torjunta-aineiden hajoamistuotteet ja suppeaan talousvesianalyysiin kuuluvat aineet. Lahden tutkimuslaboratorion analyysivalikoimaan kuului vuonna 2004 yhteensä 102 torjunta-ainetta tai torjunta-aineen hajoamistuotetta. Näytteet analysoitiin Lahden tutkimuslaboratoriossa kaasukromatografisesti (GC/MS) neutraalin kiinteäfaasiuuton jälkeen tai nestekromatografisesti (LC/MS) happaman (pH 3) kiinteäfaasiuuton jälkeen. Molemmissa tekniikoissa torjunta-aineet detektoitiin massadetektorilla. (Aallonen 4.6.2010.)

Torjunta-aineista ja hajoamistuotteista 78 analysoitiin laboratoriossa kaasukromatografisella menetelmällä (GC) ja 24 nestekromatografisella menetelmällä (LC). Laboratorion kaasukromatografi oli merkiltään Fisons MG 800. Nestekromatografi oli merkiltään Waters ja massadetektori Mikromass quatro mikro. Molempien monijäämämenetelmien määritysrajat vaihtelivat tutkittavasta aineesta riippuen 0,005 –0,1 µg/l. Analysoidut torjunta-aineet ja hajoamistuotteet määritysrajoineen on esitetty liitteessä D. Nollanäyte, vertailunäytteet ja standardit esikäsiteltiin jokaisen näytesarjan yhteydessä kuten näytteet. Menetelmät oli akkreditoitu osalle tutkituista näytteistä (FINAS, Finnish Accreditation Service, T039 EN/ISO/IEC 17025).(Aallonen 4.6.2010.)

4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

4.1. Selvitys kauppapuutarhojen ja metsätaimien määrästä ja sijainnista

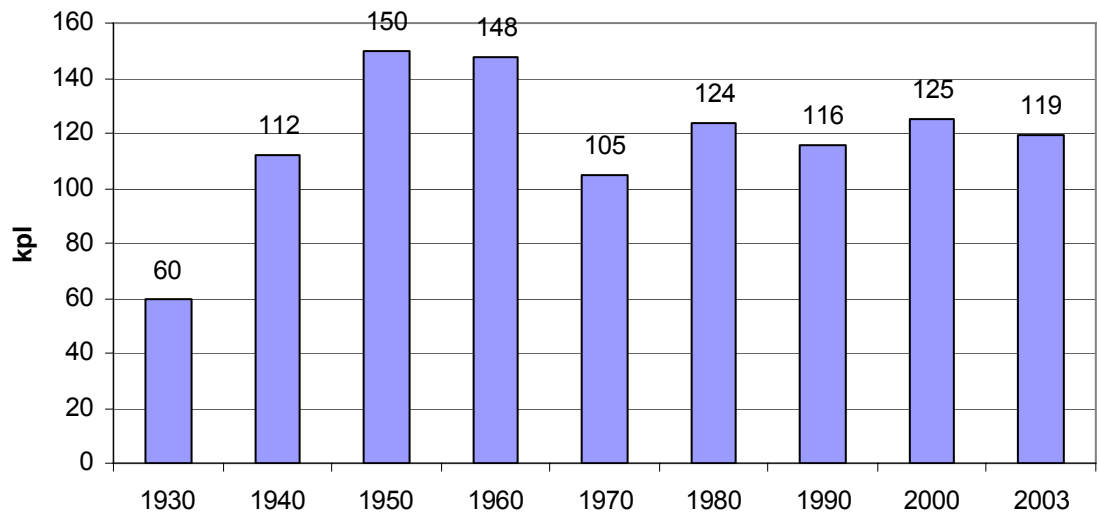
Kartoituksessa kauppapuutarhoja ja metsätaimien Hämeen ympäristökeskuksen alueelta löydettiin kaikkiaan 394 kappaletta. Kauppapuutarhakohteita näistä oli 369 kappaletta ja metsätaimienhakohteita 16 kappaletta. Lisäksi kartoituskohteissa on mukana 9 puutarha- tai maatalousalan oppilaitosta tai tutkimuslaitosta (kuva 13).



Kuva 13. Kartoituskohteiden määrät (kpl) ja niiden jakautuminen kauppapuutarhoihin metsätaimienhakohteisiin ja oppi- ja tutkimuslaitoksiin

Kauppapuutarhoja, jotka olivat toiminnassa vuonna 2003, oli alueella 119 kappaletta. Suurempia määriä metsäpuiden taimia kasvattavia taimienhakohteita alueella toimi kaksi vuonna 2003. Aiemmin toimineita kauppapuutarhoja alueelta löydettiin 250 kpl ja aiemmin toimineita metsäpuiden taimienhakohteita 14 kpl. Suurin osa kartoituskohteista on siis toimintansa jo lopettaneita. Kartoituksen 119 kauppapuutarhakohteesta neljä kohdetta on kauppapuutarhallisia kouluja ja 119 kauppapuutarhakohteesta kolme kohdetta kasvattaa pienimuotoisesti myös metsäpuiden taimia. Kartoituksen 16 metsätaimienhakohteiden joukossa on myös kaksi metsäalan oppilaitosta.

Kartoituksen perusteella vaikuttaa siltä, että alueella on toiminut eniten kauppapuutarhoja 1950-luvulla (kuva 14). Eniten kauppapuutarhatoimintaa on ollut Lahden seudulla. Tämä voi osittain johtua käytettävissä olleesta lähdemateriaalista. Kartoituksen perusteella eniten metsätaimien tarhoja alueella on toiminut 1960–1970-luvuilla.



Kuva 14. Kauppapuutarhojen lukumäärät eri vuosikymmeninä (kpl) Hämeen alueella

Vuonna 2003 toimineista kauppapuutarhoista suurin osa tuotti koristekasveja kasvihuoneissa. Tällaisia yrityksiä oli 66. Vihanneksia viljeli kasvihuoneissa 42 yritystä. Koristepuita ja -pensaita, perennoja tai hedelmä- ja marjakasveja tuotti avomaalla 27 yritystä. Kartoitusajankohtana saatavilla ollut tilastotieto koski vuotta 2002. Taulukossa 9 on esitetty puutarhayritysten määriä Hämeen työvoima- ja elinkeinokeskuksen alueella vuonna 2002 Puutarhayritysrekisterin (2002) mukaan. Hämeen TE-keskuksen ja Hämeen ympäristökeskuksen alueisiin kuuluivat samat kunnat, joten nämä tiedot pätevät myös kartoitusalueelle.

Taulukko 9. Puutarhayritysten määriä Hämeen TE-keskuksen alueella vuonna 2002
(Puutarhayritysrekisteri 2002).

| Hämeen TE-keskuksen alueella vuonna 2002 | yritysten määrä (kpl) | yritysten pinta-ala (ha) |
|--|-----------------------------|--------------------------------|
| | | |
| puutarhayritykset yhteensä | 415 | |
| kasvihuoneyritykset | 122 | 157 |
| avomaaviljelmät | 368 | 1425 |
| | | |
| kasvihuoneviljely | | |
| vihannesviljely kasvihuoneissa | 42 | |
| koristekasvien viljely kasvihuoneissa | 66 | |
| | | |
| avomaaviljely | | |
| taimitarhaviljely avomaalla (hedelmä- ja marjakasvit, koristepensaat, koristepuut ja perennat) | 27 | 155 |
| leikkokukkien viljely avomaalla | 19 | 7 |
| marjanviljely avomaalla | 186 | 495 |
| -musta- ja viherherukka | 58 | 75 |
| -punaherukka | 19 | 26 |
| omenanviljely avomaalla | 21 | 14 |
| | | |

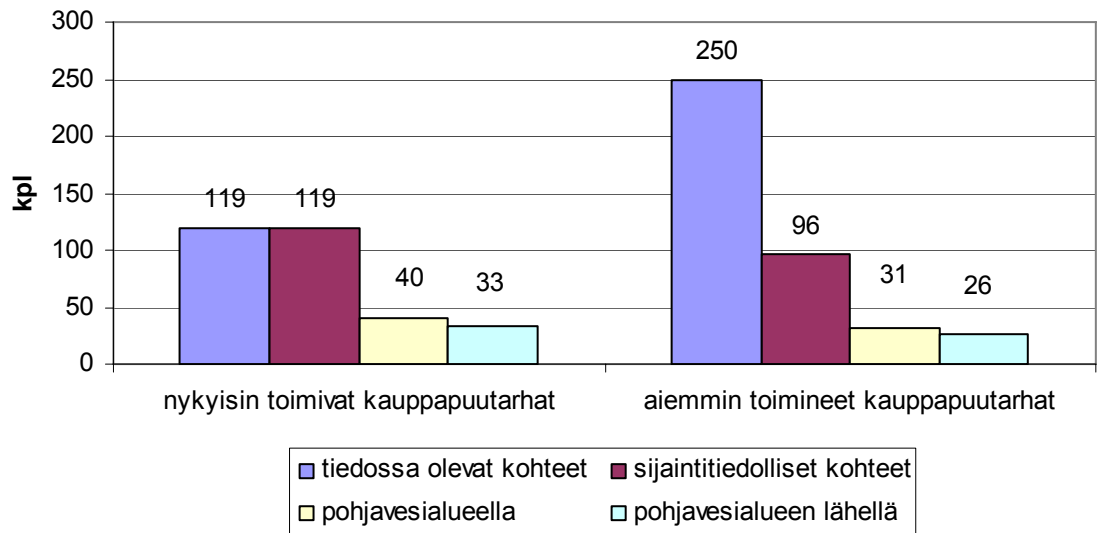
Taulukossa 10 on esitetty vuonna 2002 Hämeen ympäristökeskuksen alueella toiminnassa olleet kauppapuutarhat kunnittain (Puutarhayritysrekisteri 2002, 27). Näistä kahdesta taulukosta voidaan huomata, että samoilla kohteilla voi olla monimuotoista tuotantoa, sekä avomaaviljelmiä, että kasvihuonetuotantoa. Eniten kasvihuoneyrityksiä toimi vuonna 2002 Janakkalassa ja Lopella.

Taulukko 10. Puutarhayritysten määrä Hämeen ympäristökeskuksen alueella
(Puutarhayritysrekisteri 2002, 27).

| kunta | yritysten määrä (kpl) | avomaa- viljelmät (kpl) | kasvihuone- yritykset (kpl) |
|-----------------|--------------------------------------|--|--|
| Artjärvi | 6 | 6 | 2 |
| Asikkala | 39 | 36 | 8 |
| Forssa | 21 | 19 | 6 |
| Hartola | 6 | 5 | 1 |
| Hattula | 15 | 12 | 8 |
| Hauho | 17 | 17 | 8 |
| Hausjärvi | 22 | 21 | 4 |
| Hollola | 25 | 22 | 6 |
| Humppila | 4 | 4 | 1 |
| Hämeenkoski | 13 | 12 | 2 |
| Hämeenlinna | 8 | 4 | 4 |
| Heinola | 12 | 11 | 5 |
| Janakkala | 22 | 18 | 12 |
| Jokioinen | 7 | 6 | 1 |
| Kalvola | 3 | 2 | 1 |
| Kärkölä | 6 | 5 | 2 |
| Lahti | 7 | 4 | 6 |
| Lammi | 20 | 19 | 3 |
| Loppi | 59 | 53 | 9 |
| Nastola | 15 | 12 | 6 |
| Orimattila | 13 | 11 | 4 |
| Padasjoki | 10 | 10 | 2 |
| Renko | 12 | 12 | 2 |
| Riihimäki | 6 | 4 | 4 |
| Sysmä | 15 | 15 | 3 |
| Tammela | 18 | 17 | 8 |
| Tuulos | 7 | 7 | 1 |
| Ypäjä | 7 | 4 | 3 |
| | | | |
| Yhteensä | 415 | 368 | 122 |

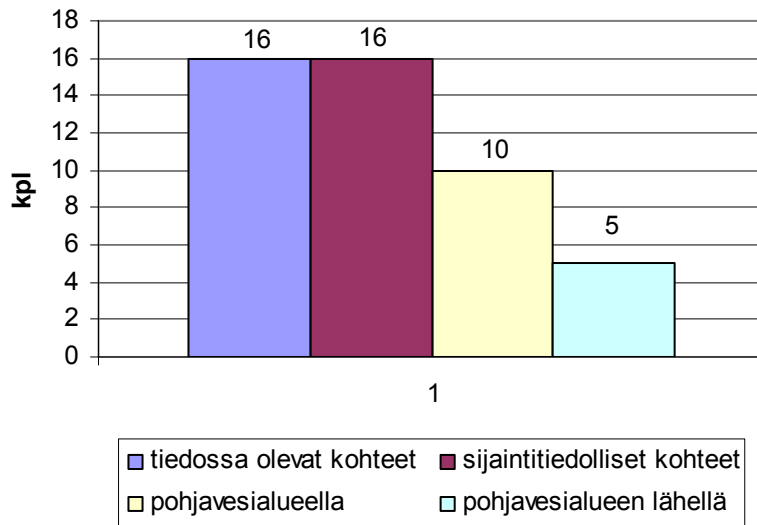
Kartoitusta tehdessä vuonna 2003 toiminnassa olleiden kauppapuutarhojen osalta saatiin selville kaikkien tiedossa olevien 119 kohteen sijainti. Aiemmin toimineiden kauppapuutarhojen osalta selvillä on 96 kohteen (38 %) sijainti. Kunnan tarkkuudella

on selvillä kaikkien muiden paitsi 15 lopettaneen kauppapuutarhan sijainti, eli 6 prosentille lopettaneista kauppapuutarhoista ei ole sijaintitietoa. Tiedossa olevista nykyisistä kauppapuutarhoista pohjavesialueilla sijaitsee 40 kpl (34 %), lähellä pohjavesialuetta (muutaman sadan metrin etäisyydellä) sijaitsee lisäksi 33 kohdetta (28 %). Aiemmin toimineista kauppapuutarhoista, joiden sijainti tiedetään, pohjavesialueella sijaitsee 31 (12 %) ja pohjavesialueen lähellä 26 kohdetta (10 %) (kuva 15).



Kuva 15. Tiedossa olevat kauppapuutarhakohteet ja niiden sijainti pohjavesialueella.

Kartoituksessa selvitettiin myös kaikkien tiedossa olevien 16 suuremman metsäpuiden taimia kasvattaneen taimitarhakohteen suuntaa-antava sijainti. Metsätaimitarhakohteista pohjavesialueella sijaitsee 10 kohdetta eli 63 prosenttia (kuva 16). Pohjavesialueen lähellä sijaitsee 5 kohdetta eli 31 prosenttia taimitarhoista. Vain yksi kohteista ei sijaitse pohjavesi-alueella tai sen lähellä. Näiden 16 suuremman metsäpuiden taimia kasvattavan tai kasvattaneen kohteen lisäksi Hämeen ympäristökeskuksen alueella on toiminut tai toimii saatujen tietojen mukaan ainakin 16 pienempää, yksityistä metsäpuiden taimia kasvattavaa kohdetta. Lisäksi alueella on 4H-kerholaisten taimitarhoja. Näitä pieniä taimitarhakohteita ei tässä kartoituksessa selvitetty sen tarkemmin, koska oletuksena on, että niistä ei aiheudu ympäristölle sen suurempaa riskiä kuin peltoviljelystä tai puistoista.



Kuva 16. Tiedossa olevat metsätaimantarhakohteet ja niiden sijainti pohjavesialueella

Kirjallisuuslähteistä oli löydettävissä hieman tietoja aiemmin alueella toimineiden keskikokoisten ja pienien metsätaimantarhojen määrästä ja koosta. Nämä tiedot on esitetty taulukossa 11. Saatavilla olleiden tietojen perusteella keskustaimantarhojen lisäksi alueella on toiminut noin 20-30 hehtaaria pienempiä taimantarhoja.

Taulukko 11. Metsäpuiden taimantarhat vuosina 1974 ja 1981 Suomessa ja Hämeen ympäristökeskuksen alueella (Tapion vuosikirja 1974; Tapion vuosikirja 1981).

| omistaja | Suomessa lkm 1981 (kpl) | Suomessa pinta-ala 1981 (ha) | Hämeessä lkm 1981 (kpl) | Hämeessä pinta-ala 1981 (ha) | Hämeessä lkm 1974 (kpl) | Hämeessä pinta-ala 1974 (ha) |
|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Tapio | 8 | 257 | | | | |
| Piirimetsä- lautakunnat | 20 | 550 | 1 I-H | 18 | 6 I-H | 24 |
| Metsänhoito- yhdistykset | 4 | 6 | | | 2 U-H 1 I-H | 1 0,15 |
| Yksityiset metsän- omistajat | 665 | 16 | 45 U-H 20 I-H | 0,75 2 | 46 U-H 8 I-H | 1 0,60 |

I-H = Itä-Hämeen piirimetsälautakunta

U-H = Uusimaa-Hämeen piirimetsälautakunta

Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen alueelta löydettiin kaikkiaan 394 kauppapuutarha- ja metsätaimantarhakartoituksen kohdetta. Kauppapuutarhakohteita löydettiin 369, metsätaimantarhakohteita 16 ja lisäksi kartoituskohteissa on mukana 9 puutarha- tai maatalousalan oppilaitosta tai tutkimuslaitosta. Kauppapuutarhakohteita on kartoitettu 2000-luvun alussa Helsingissä, Espoossa, Vantaalla ja Pohjois-

Pohjanmaan ympäristökeskuksessa (Jaakkonen 2003, 51). Espoossa kohteita on tiedossa 110 (Holm 2001), Helsingissä 132 (Fraktman 2001) ja Pohjois-pohjanmaan ympäristökeskuksessa 148 (Takalo 2003). Kanta- ja Päijät-Hämeessä on siis sijainnut runsaasti kauppapuutarhoja ja metsätaimitarhoja muihin alueisiin verrattuna

Tämän tutkimuksen tiedot kauppapuutarhojen ja metsätaimitarhojen sijaintimääristä pohjavesialueilla vahvistavat aiempaa oletusta siitä, että näiden yritysten toiminta voi aiheuttaa riskejä pohjavesille. Metsätaimitarhojen ja niiden kauppapuutarhakohteiden, joissa on käytetty intensiivisesti torjunta-aineita, toiminta voi aiheuttaa torjunta-aineiden ja nitraatin huuhtoutumista pohjavesiin.

4.2. Kysely kauppapuutarha- ja taimitarhayrittäjille

Kesällä 2003 kartoituskohteille lähetettiin kirjallinen kysely, jolla selvitettiin muun muassa torjunta-aineiden käyttöä kauppapuutarhoilla ja metsätaimitarhoilla. Kyselylomake on liitteessä C. Kyselyyn vastasi yhteensä 80 kohdetta. Yksittäisten kysymysten osalta vastausten määrä on pienempi, sillä kaikki vastaajat eivät vastanneet kaikkiin kysymyksiin. Pienen vastausprosentin vuoksi kyselyn tuloksia ei voi yleistää kaikkiin kauppapuutarhoihin tai metsätaimitarhoihin. Vastauksia voi kuitenkin pitää suuntaa-antavina.

4.2.1. Taustatietoja toiminnasta

Hämeen alueella tiedettiin jo kohdekartoitusta aloitettaessa olevan runsaasti kauppapuutarha- ja metsätaimitarhatoimintaa. Kyselyn yhteydessä selvisi tähän taustatekijöitä. Yhtenä selityksenä ovat alueella sijaitsevat alan oppilaitokset, esimerkiksi nykyisin Hämeen ja Lahden ammattikorkeakouluihin kuuluvat Lepaan puutarhaoppilaitos, Kujalan maatalousoppilaitos, Mustialan maatalousoppilaitos ja Evon metsäkoulu. Toisena selityksenä on seudun sijainti pääkaupunkiseudulla sijaitsevien alan tukkuliikkeiden ja markkina-alueiden läheisyydessä. Seudun sijainnin ansioista yrittäjien on ollut helpompaa saada tuotteensa kaupaksi, ja se on ollut kauppapuutarhayrittäjille seudun vetovoimatekijä.

Kartoitusta tehdessä selvisi myös, että selvitys oli hyvä tehdä viimeistään 2000-luvun alussa, eikä myöhemmin. Ne puutarhayrittäjät, jotka parhaiten osasivat kertoa torjunta-aineiden käytöstä 1960-luvulla, alkoivat olla vuosituhanen vaihteessa jo 70–80-vuotiaita.

Kyselyyn vastanneista kahdella kasvihuoneyrityksellä oli kasvihuoneita yli 5 000 m², viidellä yrityksellä 2 000-5 000 m², 11 yrityksellä 1 000-2 000 m², 11 yrityksellä 500-1 000m² ja 7 yrityksellä 100-500 m². Tämän kyselyn pinta-alaa koskevaan kysymykseen vastanneiden kasvihuoneyritysten keskipinta-alaksi tulee noin 1 420 m².

4.2.2. Lämmitystapa

Kyselyyn vastanneiden yritysten kasvihuoneita lämmitetään nykyisin eniten kevyellä polttoöljyllä. Muita lämmitysmuotoja ovat hake, puu, sähkö, raskas polttoöljy ja kaukolämpö. Osaa kasvihuoneista ei lämmitetä, tai toisin ilmaistuna niitä lämmittää vain aurinko. Aiemmin kasvihuoneita on lämmitetty edellisten lisäksi kivihieillä, koksilla, turpeella ja hevosenlannan palaessa syntyvällä lämmöllä.

Kyselyssä 15 kohdetta ilmoitti heillä olevan yksi tai kaksi maanalaista öljysäiliötä ja maanpäällinen öljysäiliö oli 35 kohteessa. Maanpäällisten öljysäiliöiden määrä vaihteli yhdestä seitsemään. Kyselyvastausten mukaan 2000-luvulla oli tarkastettu vain seitsemän kohteen öljysäiliön kunto. Kohteista 12 kohteen öljysäiliö oli tarkastettu viimeksi 1990-luvulla. Loppujen kohteiden öljysäiliöiden kuntoa ei ollut vastausten perusteella tarkastettu ollenkaan. Yhdellä kohteella oli sattunut onnettomuus, jossa öljyautosta oli valunut öljyä maahan ja palokunta oli tullut patoamaan öljyn juoksutusojalta.

4.2.3. Jätehuolto

Oman kaatopaikan olemassaolosta kertoi vain yksi kohde ja oman kompostinkin olemassaolosta vain yksi kohde. Toisaalta niiden olemassaolonkin kielsi vain yksi kohde. Kaksi puutarhayrittäjää kertoi, että heillä osa jätteistä poltetaan ja kaksi muuta kertoi, että heillä osa jätteistä on aiemmin poltettu.

Jätehuoltoa koskeviin kysymyksiin saatiin vain muutamia vastauksia. Kyselyyn osallistuneet kartoituskohteet halusivat selvästi väistää jätehuoltoa koskevat kysymykset. Ehkä se kertoo siitä, että kauppapuutarhojen ja metsätaimien jätetuollossa on yhä kehittämisen varaa.

4.2.4. Sijainti pohjavesialueella

Kyselyyn vastanneista kohteista kahdeksan pohjavesialueella sijaitsevan kohteen yrittäjä tietää tuotantonsa sijaitsevan pohjavesialueella. Kyselyyn vastanneista kohteista 11 kohdetta ei yrittäjän tietojen mukaan sijaitse pohjavesialueella vaikka ympäristöhallinnon pohjavesiaineiston mukaan kohteet ovat pohjavesialueilla. Lisäksi

10 kohteen yrittäjällä ei ole tietoa siitä, sijaitseeko heidän yrityksensä pohjavesialueella vai ei.

Vastanneista kohteista 42 kertoi heillä olevan oman kaivon. Lisäksi kolme kohdetta kertoi, että heillä on oma kaivo, mutta he käyttävät kaupungin vesijohtoverkon vettä. Kyselyn mukaan 12 kohteen kaivoveden laatua on tutkittu 2000-luvulla ja näiden lisäksi kuuden kohteen kaivoveden laatua on tutkittu 1990-luvulla. Tutkituista kohteista kahdessa pohjaveden nitraattiarvot olivat korkealla.

4.2.5. Torjunta-aineiden käyttö

Torjunta-aineiden käytöstä osalla kohteista muistikuvat ulottuivat 1950-luvulle asti. Osa kohteista ilmoitti torjunta-aineiden käyttönsä ihailtavan tarkasti. Joissakin vastauksissa määntysuovankin käyttö kerrottiin desilitran tarkkuudella. Tämän kysymyksen osalta ei kuitenkaan lähtöodotuksena ollut saada ihan täsmällisiä tietoja monien vuosien takaa, vaan saada hahmoteltua kuvaa kartoituskohteiden torjunta-aineiden käytöstä ja muodostettua kuvaa nykyisistä torjunta-aineiden käyttömääristä. Torjunta-aineiden käyttöä koskevaan kysymykseen vastasi hieman yli 30 kauppapuutarhaa. Kohteissa on yhteensä käytetty 86 eri torjunta-aineiden tehoainetta. Vastauksissa mainittiin sadan eri torjunta-ainevalmisteen nimi. Kyselyyn vastanneet kauppapuutarhat ilmoittivat käyttäneensä yhdeksää erilaista kasvunsäädövalmistettä. Näissä valmisteissa on käytetty kuutta eri tehoainetta. Kauppapuutarhat ilmoittivat käyttäneensä ja käyttävänsä 12 erilaista desinfiointiainetta. Liitteessä B on Satu Jaakkosen kokoama lista kaikista kauppapuutarhoilla eri aikoina käytössä olleista torjunta-aineista. Metsätaimien torjunta-aineiden käyttöä on esitelty esimerkkien avulla liitteessä E.

Kyselyssä kauppapuutarhat ilmoittivat käyttäneensä myös muutamaa torjunta-ainetta, joita ei löydy Suomessa hyväksytyjen torjunta-aineiden listoista. Osa näistä aineista on esimerkiksi kiinnitteitä, joiden tehoaineita ei luokitella torjunta-aineiksi. Aineet ovat siis torjunta-aineita lievempiä. (Vanhanen 24.6.2004). Joukossa on myös muutamia kasvunsäädövalmisteita, joita ei ole rekisteröity Suomessa, mutta jotka ovat käytössä muissa maissa.

Seitsemän kohdetta kertoi heillä nykyään olevan kemikaalivaraston ja kolme kohdetta kertoi säilyttävänsä torjunta-aineita torjunta-ainekaapissa. Lisäksi muutama jo lopettanut kohde kertoi heillä aiemmin olleen kemikaalivaraston. Neljältä kohteelta on kyselyn mukaan siirretty tai myyty maata muualle. Yhdessä kohteessa oli tapahtunut tulipalo.

Kauppapuutarha- ja metsätaimien torjunta-aineiden käytön kyselyn myötä vahvistui aiempi tieto siitä, että eniten torjunta-aineita käytetään metsätaimien torjunta-aineilla. Metsätaimien torjunta-aineilla

torjuntatoimet ovat olleet rutiiniluonteisia, eikä torjuntatarpeen arvioinnissa ole välttämättä käytetty tarveharkintaa (Jaakkonen ja Sorvari 2006). Kysely toi myös lisää vahvistusta sille, että kasvihuoneyrityksistä eniten torjunta-aineita on käytetty ja käytetään koristekasvien tuotannossa. Vihannestuotannossa biologinen torjunta on yleisempää. Pohjavesien kannalta kauppapuutarhoista suurimman riskin torjunta-aineiden käyttömäärien perusteella muodostavat pohjavesialueilla sijaitsevat, koristepuita ja -pensaita tai kukkia kasvattavat, kauan toimineet kauppapuutarhat.

Kyselyn myötä lisäksi vahvistui oletus, että torjunta-aineita on käytetty myös sen jälkeen, kun ne on poistettu torjunta-ainerekisteristä eli tavallaan kielletty Suomessa. Luultavasti yrittäjät ovat käyttäneet varastoissaan olevat torjunta-aineet loppuun sen sijaan, että olisivat toimittaneet ne ongelmajätelaitokselle. Lisäksi kyselyn vastauksista selvisi, että Suomessa on ollut käytössä torjunta-aineita, joita ei ole ollut torjunta-ainerekisterissä. Ehkä näitä aineita on kulkeutunut Hämeen alueen puutarhoille ulkomaanmatkojen mukana.

4.2.6. Näytteenottokohteiden vastaukset

Kyselyvastauksista on analysoitu tarkemmin näytteenottokohteiden torjunta-aineiden käyttöä koskevat vastaukset. Näytteenottokohteet pyrittiin valitsemaan niin, että joukossa olisi eri tuotantosuuntien edustajia, eri aikoina toimineita yrityksiä sekä erikokoisia yrityksiä. Taustatietoa näytteenoton kohteena olleiden kauppapuutarhojen ja metsätaimien toiminnasta, esimerkiksi tuotantosuunnasta, koosta ja toiminta-ajasta on kerrottu liitteen F taulukossa.

Näytteenottokohteita oli 21 kappaletta. Näistä kyselyyn vastasi 14 kohdetta. Taulukkoon 12 on kerätty näytteenottokohteiden kyselyssä kertomat torjunta-aineiden käyttötiedot. Koosteesta voidaan huomata, että kukkia, vihanneksia sekä koristepuita ja -pensaita tuottavat kauppapuutarhat voivat käyttää useita kymmeniä torjunta-aineita toimintansa aikana. Näistä torjunta-aineista suurin osa on kasvitautien ennaltaehkäisyyn tarkoitettuja fungisideja. Toinen suuri torjunta-aineryhmä näillä kohteilla ovat tuhoeläimiä torjumaan käytettävät valmisteet. Näitä torjunta-aineita käytetään kauppapuutarhoilla esimerkiksi punkkeja ja etanoita vastaan. Kartoituskohteilla käytettyjen herbisidien tehoaineiden valikoima ei ole kovin suuri. Useimmiten pohjavesistä ja pintavesistä tähän mennessä löydetyt torjunta-ainejäämät ja hajoamistuotteet ovat olleet herbisidien jäämiä tai metaboliatuotteita. (Heinonen ym. 2007; Vuorimaa ym. 2007.) Kartoituskohteista herbisidejä kertovat eniten käyttäneensä koristekasveja avomaalla kasvattaneet kohteet. Pohjavesistä aiemmissa tutkimuksissa löytyneiden tehoaineiden käytöstä kertoo kyselyvastauksissa vain kaksi kohdetta. Monet ympäristössä kauan säilyvistä herbisideistä on Suomessa poistettu markkinoilta

useita vuosia sitten, joten on mahdollista, että kauppapuutarhat eivät enää muista niitä käyttäneensä.

Taulukko 12. Kauppapuutarhojen ja taimitarhojen torjunta-aineiden käyttö näytteenottokohteissa

| Nro | Kohde | Kunta | Tuotantosuunta | Kyselyvastauksessa ilmoitettujen torjunta-aineiden kauppanimien lkm | Herbisidien käyttö:tehoaine ja käyttöaika |
|-----|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|---|--|
| 1 | Lehtorannan puutarha | Asikkala | kukat, vihannekset | 41 | Simatsiini 1970-80 luvuilla avomaalle Prometryyni 1970-luvulla avomaalle |
| 2 | Rintelän puutarha | Asikkala | kukat, vihannekset | 5 | Glyfosaatti 1980-2000 -luvuilla |
| 3 | Hartolan entinen taimitarha | Hartola | metsäpuiden taimet | Ei vastausta | - |
| 4 | Jokisen puutarha | Hattula | kukat, vihannekset | 10 | Glyfosaatti 1980-2000-luvuilla Linuroni 1980-2000-luvuilla |
| 5 | Lakstedtin puutarha | Hattula | kukat | 17 | Glufosinaatti+ammonium 1980-2000 luvuilla |
| 6 | Järvisen puutarha | Hauho (nykyisin Hämeenlinna) | kukat, vihannekset | 19 | Metoksuroni 1975-2000-luvuilla Linuroni 1970-2000-luvuilla Dikvatti 1980-1995 Glyfosaatti 1990-luvulla Diklobeniili 1985-1995 Asetonitrili 1990-luvulla |
| 7 | Tapion siemenkeskus | Hausjärvi | metsäpuiden taimet | 1 | glyfosaatti |
| 8 | Vaaran puutarha | Hämeenlinna | kukat, vihannekset | 21 | Glyfosaatti linuroni |
| 9 | Harvialan taimitarhat | Janakkala | koristepuut ja -pensaat | 19 | MCPA+fluroksipyyli+klorpyralidi 2003 Glufosinaatti+ammonium 1989-2003 Fluatsifoppi-p-butyli 1989-1997 Isoksabeeni 2002-2003 Glyfosaatti 1990-1992, 2002-2003 Metamitroni 1989-1993 Klopyralidi 1989-2000 Dikvatti 1989-2003 Primisulforoni 1996-1998 |

| Nro | Kohde | Kunta | Tuotantosuunta | Kyselyvastauksessa ilmoitettujen torjunta-aineiden kauppanimien lkm | Herbisidien käyttö:tehoaine ja käyttöaika |
|-----|--------------------------------------|-------------------------------|--|---|--|
| 10 | Kärkölän entinen taimitarha | Kärkölä | metsäpuiden taimet | Ei vastausta | - |
| 11 | Aaltosen puutarha | Lahti | kukat | 14 | Vain insektididejä, fungisideja ja kasvunsääteitä vastauksessa |
| 12 | Forssin puutarha | Lahti | kukat, avomaavihannekset, marjat, mansikka | 2 | Vain kasvunsääteitä vastauksessa |
| 13 | Mainiemen puutarha | Lammi (nykyisin Hämeenlinnaa) | kukat | Ei vastausta | - |
| 14 | Okslahden puutarha | Loppi | kukat, avomaavihannekset | 6 | Vain insektididejä, fungisideja ja kasvunsääteitä vastauksessa |
| 15 | Koskisen puutarha | Loppi | kukat | 11 | Vain insektididejä ja fungisideja vastauksessa |
| 16 | Haapastensyrjän metsänjalostuskeskus | Loppi | metsäpuiden taimet | Ei vastausta | - |
| 17 | Vuoren puutarha | Nastola | kasvihuone- ja avomaavihannekset, marjat | 5 | Vain insektididejä ja fungisideja vastauksessa |
| 18 | Uusikylän taimitarha | Nastola | metsäpuiden taimet | Ei vastausta | - |
| 19 | Varpion puutarha | Orimattila | vihannekset | 6 | Vain insektididejä ja fungisideja vastauksessa |
| 20 | Viitasen puutarha | Orimattila | kukat | Ei vastausta | - |
| 21 | Vikstenin Taimisto | Tammela | koristepuut ja -pensaat | Ei vastausta | - |

4.3. Pohjavesinäytteiden analyysit

4.3.1. Havaitut torjunta-aineet

Kaivovesinäytteistä havaittiin laboratorioanalyysissä torjunta-aineita ja torjunta-aineiden hajoamistuotteita. Näytteitä oli kaikkiaan 21 kohteesta. Näytteistä analysoitiin 102 torjunta-ainetta tai niiden hajoamistuotetta. Näytteistä todettiin atratsiinia, simatsiinia ja terbutylatsiinia sekä niiden hajoamistuotteita desetyyli-atrasiinia DEA:a, desetyyli-deisopropyyliatrasiinia DEDIA:a ja desisopropyyliatrasiini DIA:a. Lisäksi kaivovesinäytteistä todettiin heksatsinonia, etofumesaattia sekä diklobeniilin hajoamistuotetta 2,6-diklooribentsoamidia BAM:a. Pohjavesinäytteistä löydetty pitoisuudet on esitetty taulukossa 13. Taulukossa metsätaimitarhakohteet on esitetty sinisellä pohjalla. Torjunta-aineanalyysien tulkinnassa on myös huomattava, että glyfosaatti tai sen hajoamistuote ei ollut mukana pohjavesinäytteistä määritettävien aineiden joukossa.

Torjunta-aineiden ja niiden hajoamistuotteiden määrittelyissä useimmin pohjavesinäytteistä todetut aineet olivat 2,6-diklooribentsamidi (BAM), atrasiini, simatsiini, terbutylatsiini ja triatsiinien hajoamistuote desisopropyyli-atrasiini DIA. Näitä kaikkia löytyi neljästä näytteestä eli noin 20 prosentista näytteistä. Näiden lisäksi kolmesta näytteestä löytyi muita triatsiinien hajoamistuotteita DEA ja DIA. Yhteensä DEA:a ja DIA:a löytyi siis noin 15 prosentista vesinäytteistä. Kahdesta vesinäytteestä löytyi heksatsinonia ja yhdestä näytteestä etofumesaattia.

Taulukko 13. Pohjavesinäytteistä löytyneet torjunta-aineet ja torjunta-aineiden hajoamistuotteet sekä niiden pitoisuudet (taulukossa metsäpuiden taimia kasvattaneet kohteet sinisellä pohjalla)

| | Kohde | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-------------------|-----------------------------|------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| torjunta-aine tai hajoamis- tuote (µg/l) | Lehtorannan puutarha | Rintelän puutarha | Hartolan entinen taimitarha | Jokisen puutarha | Lakstedtin puutarha | Järvisen puutarha | Tapion siemenkeskus | Vaaran puutarha | Harvialan taimitarhat | Kärkölan entinen taimitarha | Aaltosen puutarha | Forssin puutarha | Mainiemen puutarha | Okslahden puutarha | Koskisen puutarha | Haapastensyrjän metsänjalostuskeskus | Vuoren puutarha | Uusikylän taimitarha | Varpion puutarha | Viittasen puutarha | Vikstenin Taimisto |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| BAM | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,76 | - | 0,05 | - | - | - | - | - | 0,06 | 0,06 | - | - | - |
| atratsiini | - | - | 0,03 | - | - | - | - | - | 0,05 | 0,01 | - | <0,005 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| DEA | - | - | 0,04 | - | - | - | - | - | 0,09 | 0,03 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| DEDIA | 0,16 | - | - | - | - | - | - | <0,1 | <0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| DIA | 0,14 | - | - | - | - | - | - | 0,02 | 0,04 | - | - | 0,04 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| simatsiini | 0,06 | - | - | - | - | - | - | <0,01 | 0,02 | - | - | 0,03 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| terbutylatsiini | - | - | 0,01 | - | - | - | - | - | 0,16 | 0,006 | - | <0,005 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| heksatsinoni | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,19 | - | 0,05 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| etofumesaatti | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| yhteensä | 0,36 | - | 0,08 | - | - | - | - | 0,02 | 1,83 | 0,236 | 0,05 | 0,12 | - | - | - | - | 0,06 | 0,06 | - | - | - |

Kaikkiaan kahdeksasta vesinäytteestä löytyi merkkejä torjunta-aineista tai niiden hajoamistuotteista. Tämä tarkoittaa, että yli 40 prosentissa näytteistä oli havaittavissa pieniä pitoisuuksia torjunta-aineita tai niiden hajoamistuotteita. Kolmesta kohteesta löytyi talousveden raja-arvon ylittävä torjunta-aineen tai torjunta-aineen hajoamistuotteen pitoisuus. Yhdessä kohteessa raja-arvon ylittyminen johtui DEDIA:n ja DIA:n pitoisuuksista, joita kumpaakin todettiin yli raja-arvon. Toisessa kohteessa vesinäytteestä todettiin heksatsinonia yli raja-arvon. Yhdessä kohteessa raja-arvo ylittyi sekä BAM:n, etofumesaatin että terbutylatsiinin osalta. Tässä kohteessa myös torjunta-aineiden yhteispitoisuuden raja-arvo ylittyi.

4.3.2. Torjunta-ainehavainnot kohteittain

Yhdistämällä puutarha- ja taimitarhayrittäjille tehdyn kyselyn vastausten tiedot ja torjunta-aine-analyysin tiedot voidaan tarkastella kohteiden pohjavesien tilannetta hieman lähemmin. Seuraavassa on tarkasteltu torjunta-ainehavaintoja näytteenottokohteittain.

Suurin pitoisuus torjunta-aineita ja niiden hajoamistuotteita havaittiin Harvialan taimitarhojen vesinäytteessä. Tämän kohteen vesinäytteessä oli myös laajin kirjo erilaisia torjunta-aineita ja hajoamistuotteita. Harvialan taimitarhat kasvattaa koristepuita ja -pensaita, se on toiminut kauan ja on alueeltaan hyvin laaja (90 ha) muihin tutkimuskohteisiin verrattuna. Harvialan taimitarhojen vesinäytteestä löytyi BAM:aa pitoisuus, joka ylittää talousveden raja-arvon seitsenkertaisesti. Kohteen torjunta-aineiden käyttötiedot yltävät 1990-luvun alkuun. Siltä ajalta, jolta torjunta-aineiden käyttötiedot kyselyssä kerrottiin, ei raportoitu diklobeniilin tai klooritiamidin käyttöä. BAM on näiden torjunta-aineiden hajoamistuote. Näitä torjunta-aineita on voitu käyttää alueella aiemmin. Tämä tarkoittaisi, että BAM:a on havaittavissa pohjavedestä ainakin 15 vuotta torjunta-aineiden käytön jälkeen. BAM saattaa olla peräisin myös jostakin Harvialan taimitarhojen lähialueelta.

Harvialan taimitarhojen vesinäytteistä löytyi myös triatsiineja ja niiden hajoamistuotteita. Terbutylatsiinia löytyi suurempi pitoisuus kuin triatsiinien hajoamistuotteita DEA, DIA ja DEDIA. Tämä tarkoittaa, että terbutylatsiinin hajoaminen ei ole vielä yli puolivälin (Fraktman 2002). Kyselyvastausten mukaan triatsiineja ei ole alueella käytetty 1990-luvulla. Tämän perusteella terbutylatsiinin hajoaminen Suomen oloissa voi viedä yli 30 vuotta. Terbutylatsiinin pitoisuus ylitti vesinäytteessä talousveden raja-arvon. Vesinäytteessä oli myös talousveden raja-arvon ylittävä pitoisuus etofumesaattia. Tämän torjunta-aineen käytöstä ei kyselyvastauksissa kerrottu. Suomessa etofumesaatti on rekisteröity käytettäväksi rikkakasvien

hävittämiseen sokerijuurikas- ja punajuuripelloilta. Janakkalassa sijaitsi 2000-luvun alussa myös sokeritehdas. Sokerijuurikkaan viljely sokeritehtaiden lähiseuduilla oli yleistä. Sokeritehtaan sijaintipaikkakunnalla sokerijuurikkaalla käytettävän torjunta-aineen havaitsemiseen pohjavedestä on siis löydettävissä selitys. Tosin muualla maailmassa etofumesaattia on käytetty myös taimitarhoilla (HSDB) ja yksi mahdollisuus voisi olla, että sitä olisi kenties joskus käytetty myös Suomessa taimitarhoilla. Pohjaveden virtaussuunta vaihtelee Harvialan taimitarhan alueen ja pohjavesialueen eri osissa. Samassa pohjavesimuodostumassa on Rosenlewin vedenottamo. (Liski 2004.)

Kuudesta kohteesta löytyi triatsiineja tai niiden hajoamistuotteita. Kyselyssä vain yksi kohde, Lehtorannan puutarha, ilmoitti käyttäneensä triatsiineja sisältäviä torjunta-aineita. Tämä kohde oli käyttänyt simatsiinia sisältävää torjunta-ainevalmistetta. Simatsiinin käyttö oli tapahtunut 1970- ja 1980-luvuilla avomaalla. Näytteenottohetkellä, kesällä 2004, torjunta-ainetta löytyi kohteen kaivon vedestä. Kaivon vedessä oli enemmän triatsiinien hajoamistuotteita kuin simatsiinia, mikä tarkoittaa, että torjunta-aineen hajoaminen on päässyt yli puolivälin (Fraktman 2002). Tähän hajoamisvaiheeseen pääseminen oli kuitenkin kestänyt vähintään 15 vuotta. On mahdollista, että hajoamiseen kulunut aika on myös pidempi, 20–30 vuotta. Lehtorannan puutarhan alueella pohjaveden virtaussuunta oli kaivoa kohti (Liski 2004).

Yksi kauppapuutarhoista, Järvisen puutarha, kertoo käyttäneensä diklobeniiliä sisältänyttä torjunta-ainevalmistetta vuosina 1985–1995. Tämän kohteen kaivovedestä ei löydetty diklobeniilin hajoamistuotetta BAM:a, vaikka sitä löytyi useiden muiden kohteiden kaivoista. Tämä voi johtua siitä, että pohjavesi ei virtaa kaivoon päin. Toinen mahdollisuus on, että hajoamistuote ei ollut näytteenottohetkeen mennessä vielä kulkeutunut kaivoon asti.

Aaltosen ja Vuoren puutarhojen kaivoista löytyi BAM:a. Vuoren puutarhan kaivo sijaitsi keskellä viljeltyä peltoa. Vuoren puutarhan lähellä kulkee myös rautatie. Vuoren puutarhan tuotteita ovat marjat ja vihannekset. Aaltosen puutarha kasvattaa kukkia.

Marjoja, kukkia ja vihanneksia tuottavan ja kauan toimineen Forssin puutarhan kaivosta todettiin pieniä pitoisuuksia atratsiinia ja terbutylatsiinia sekä hieman suurempi pitoisuus simatsiinia. Hajoamistuote DIA:a todettiin suurempi pitoisuus kuin triatsiineja yhteensä. Tämän kohteen osalta hajoamistuotteen pitoisuus kertoo triatsiinien hajoamisprosessin olevan yli puolivälin. Forssin puutarhan kaivosta havaittiin myös heksatsinoni-jäämiä.

Vaaran puutarhan vesinäytteestä havaittiin simatsiinia sekä hajoamistuotteita DEDIA ja DIA. Tämä puutarha on kasvattanut sekä kukkia että vihanneksia. Vaaran puutarha on sijainnut aivan Tapion taimitarhan ja karistamon vieressä. Voisi olla mahdollista, että

kohteen kaivosta voisi havaita myös taimitarhan käyttämiä torjunta-aineita. Tämän varmistamiseksi pohjaveden virtaussuunnat pitäisi kuitenkin selvittää kirjoitushetkellä käytettävissä olevia tietoja tarkemmin.

Kärkölen entisen taimitarhan vesinäytteestä heksatsinonia todettiin pitoisuus, joka ylittää talousveden raja-arvon. Kärkölen taimitarhan toiminta on loppunut 1980-luvun alussa. Tästä voidaan päätellä, että heksatsinonin hajoamisaika Suomen oloissa on pitkä. Heksatsinoni ei ollut hajonnut noin 25 vuoden aikana vaan päätynyt pohjaveteen. Kärkölen entisen taimitarhan näytteestä todettiin myös atratsiinia ja terbutylatsiinia. Näiden hajoamistuotetta DEA:a löytyi kaivovedestä torjunta-aineita suurempi pitoisuus, joten triatsiinien hajoamisprosessi on edennyt yli puolivälin.

Hartolan entisen metsäpuiden taimitarhan vesinäytteestä havaittiin atratsiinia, terbutylatsiinia ja niiden hajoamistuotetta DEA:a. Hartolan entinen taimitarha on lopettanut metsäpuiden taimien kasvattamisen 1980-luvun alussa. Näytteenottohetkellä hajoamistuotteen pitoisuus ylitti atratsiinin ja terbutylatsiinin pitoisuuden. Triatsiinien hajoamisprosessi lienee tässä kohteessa yli puolivälin. Aikaa hajoamisprosessiin oli näytteenottohetkeen mennessä kulunut noin 20 vuotta.

Niissä näytteenottokohteissa, joissa vesinäyte otettiin porakaivon vedestä (Varpion puutarha ja Vikstenin Taimisto) ei todettu merkkejä torjunta-aineista. Näidenkin kohteiden vesinäytteessä oli kuitenkin huomattavissa nitraattivaikutusta. Viitasen puutarhan kaivona toimii Kaitila Oy:n entinen kaivo ja vedenottamo. Tämän kohteen vesinäytteistä ei löytynyt torjunta-ainejäämiä. Puutarhan pohjavesille mahdollisesti aiheuttamien riskien pois sulkemiseksi pohjaveden virtaussuunnat pitäisi kuitenkin tämänkin kohteen osalta selvittää kirjoitushetkellä käytettävissä olevia tietoja tarkemmin. Näytteenottohetkellä vedenottamo oli vain puutarhayrittäjien omassa käytössä.

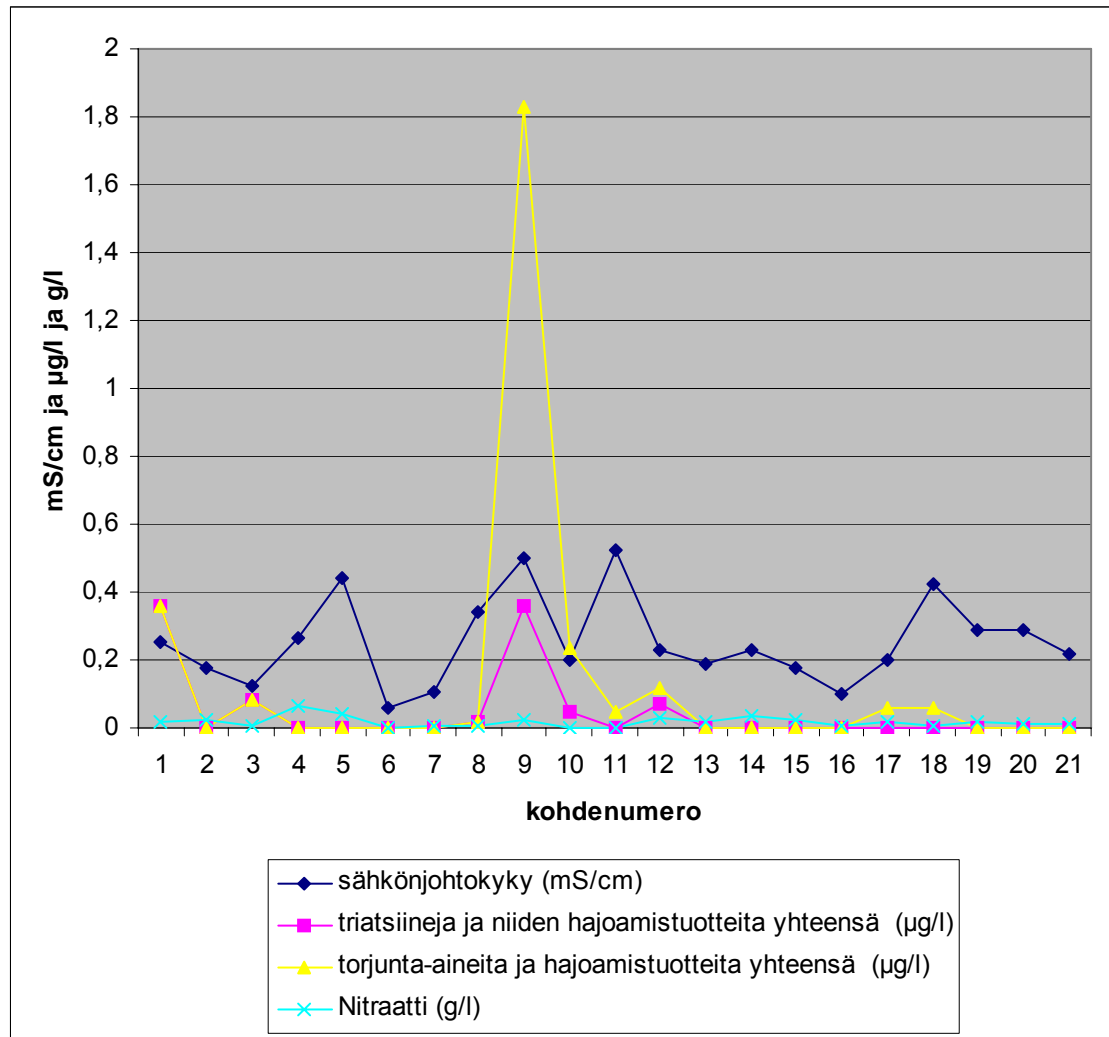
4.3.3. Suppea talousvesianalyysi

Torjunta-aineiden ja niiden hajoamistuotteiden lisäksi pohjavesinäytteistä analysoitiin suppeaan talousvesianalyysiin kuuluvat aineet. Nämä tulokset on esitetty taulukossa 14. Taulukossa on myös esitetty Sosiaali- ja terveysministeriön talousveden laatuvaatimuksia koskevan asetuksen vaatimukset ja suositukset taulukossa esitellyille mittaushetkille (STM 461/2000). Kauppapuutarhojen ja metsätaimiharjojen vesinäytteiden talousvesianalyyseistä voidaan nähdä, että osassa kaivovesistä on melko runsaasti kolimuotoisia bakteereja. Näiden bakteerien esiintyminen kaivovedessä kertoo pintavesivaikutuksesta, eli pintavaluntana liikkuvia vesiä on päässyt kaivoon.

Taulukko 14. Vesinäytteiden talousvesianalyysit

| Nro | Kohde | Koli- muotoiset bakteerit (pmy/ 100 ml) | pH | Sähkön- johto- kyky (μ S/cm) | Nitraatti (mg/l) | Rauta (μ g/l) |
|-----|---|---|-----|--|---------------------|-----------------------|
| | STM 461/2000 | 0 | | | 50 | 200 |
| 1 | Lehtorannan puutarha | 820 | 7 | 251 | 19 | <50 |
| 2 | Rintelän puutarha | 9 | 6,5 | 179 | 21 | <50 |
| 3 | Hartolan entinen taimitarha | 104 | 6,7 | 126 | 6,1 | 350 |
| 4 | Jokisen puutarha | 11 | 6,1 | 266 | 67 | 120 |
| 5 | Lakstedtin puutarha | 190 | 6,5 | 441 | 42 | 130 |
| 6 | Järvisen puutarha | 6 | 6 | 57 | 1,3 | 170 |
| 7 | Tapion siemenkeskus | 6 | 6,3 | 103 | 5,6 | <50 |
| 8 | Vaaran puutarha | >2400 | 7,6 | 339 | 5,7 | 570 |
| 9 | Harvialan taimitarhat | 5 | 6,7 | 501 | 23 | <50 |
| 10 | Kärkölän entinen taimitarha | >2400 | 6,4 | 200 | <1 | 60 |
| 11 | Aaltosen puutarha | 870 | 7,5 | 521 | <1 | 1700 |
| 12 | Forssin puutarha | >2400 | 6,6 | 228 | 32 | 420 |
| 13 | Mainiemen puutarha | 280 | 6,5 | 189 | 19 | <50 |
| 14 | Okslahden puutarha | 54 | 6,5 | 231 | 35 | <50 |
| 15 | Koskisen puutarha | 5 | 6,1 | 179 | 22 | 90 |
| 16 | Haapastensyrjän metsänjalostuskeskus | 34 | 6,7 | 100 | 5,2 | 120 |
| 17 | Vuoren puutarha | 190 | 7 | 199 | 18 | <50 |
| 18 | Uusikylän taimitarha | 520 | 6,6 | 425 | 7,5 | 120 |
| 19 | Varpion puutarha | >2400 | 6,7 | 290 | 16 | <50 |
| 20 | Viitasen puutarha | 390 | 6,9 | 286 | 11 | 190 |
| 21 | Vikstenin Taimisto | 0 | 6,5 | 220 | 12 | 50 |

Kuvassa 17 on esitetty vesinäytteiden torjunta-aineiden ja niiden hajoamistuotteiden kokonaispitoisuudet, triatsiinien ja niiden hajoamistuotteiden kokonaispitoisuudet, nitraattipitoisuus ja sähkönjohtavuus. Monissa vesinäytteissä on hieman nitraattivaikutusta, mutta vain yksi ylittää talousveden raja-arvon 50 mg/l. Lisäksi kuvasta voi huomata, että kohteen 9 vesinäytteen korkea torjunta-aineiden ja niiden hajoamistuotteiden pitoisuus ei näy kohteen vesinäytteen sähkönjohtavuuden arvossa. Kohteen näytteessä oli korkeat pitoisuudet BAM:aa ja etofumesaattia. Näyttäisi siltä, että nämä kohteen pohjavedessä olevat hajoamistuote ja torjunta-aine ovat ionisoitumattomassa muodossa.



Kuva 17. Vesinäytteiden torjunta-aine-, ja nitraattipitoisuudet ja sähköjohtokyky

4.3.4. Vertailu TOPO-projektin tuloksiin

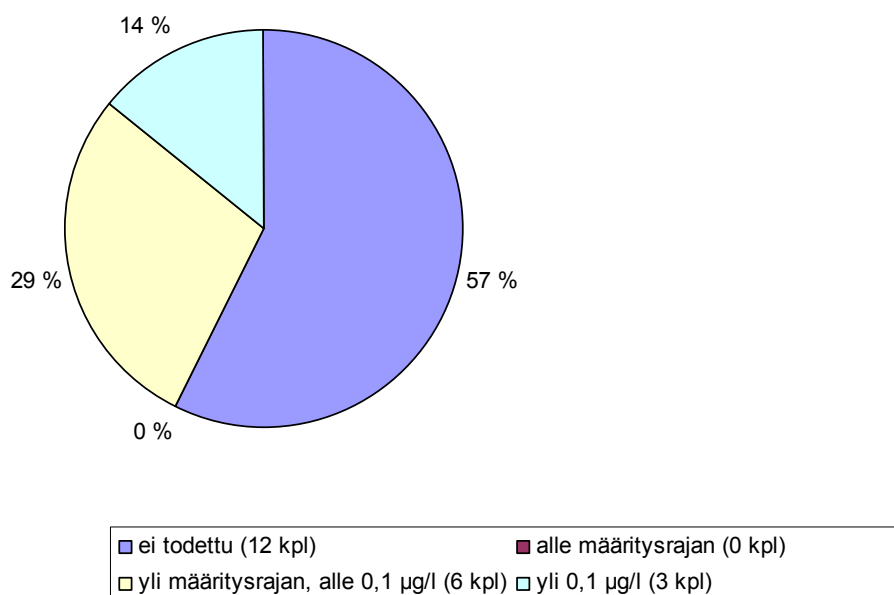
Tässä tutkimuksessa kolmesta kohteesta löytyi talousveden raja-arvon ylittävä torjunta-ainepitoisuus. Kohteista kuudessa oli edellisten kohteiden lisäksi yli määritysrajan, mutta alle 0,1 µg/l olevia pitoisuuksia. Yhdessä kohteessa ylittyy torjunta-aineiden ja niiden hajoamistuotteiden yhteispitoisuudelle asetettu raja-arvo 0,5 µg/l. Sellaisia näytteitä, joissa olisi ollut torjunta-aineita, mutta vain alle määritysrajan alittavia pitoisuuksia, ei otetuissa näytteissä ollut. Torjunta-aineita tai niiden hajoamistuotteita ei todettu 12 näytteistä ollenkaan.

Suomen ympäristökeskuksen hankkeessa Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä (TOPO) kartoitettiin torjunta-aineiden esiintymistä kuntien vedenottamoiden vedessä. Suomen ympäristökeskuksen hankkeen ja tämän tutkimuksen vesinäytteet on analysoinut sama laboratorio, ja tutkimukset on tehty suunnilleen samaan aikaan, joten tuloksia on mahdollista vertailla. TOPO-projektissa todettiin torjunta-aineita tai niiden

hajoamistuotteita 39 prosentissa tutkituista näytteistä (n=295). Talousveden laatuvaatimusten raja-arvo torjunta-aineiden ja niiden hajoamistuotteiden pitoisuudelle, 0,1 µg/l, ylittyi 8 prosentissa näytteistä. Alle raja-arvon, mutta yli määritysrajan olevia pitoisuuksia löydettiin 21 prosentista näytteistä.. Hämeen ympäristökeskuksen (nykyisin Hämeen ELY-keskus) alueelta TOPO-projektissa oli mukana 55 näytettä. Näistä näytteistä 5 prosenttia ylitti talousveden raja-arvon. Raja-arvon ja määritysrajan välillä olevia pitoisuuksia todettiin 13 prosentissa näytteistä. Kaikkiaan merkkejä torjunta-aineista tai niiden hajoamistuotteista todettiin Hämeen ympäristökeskuksen alueella 25 prosentissa näytteistä.

Tässä tutkimuksessa talousveden raja-arvo ylittyi 14 prosentissa tutkituista näytteistä. Yli määritysrajan, mutta alle raja-arvon olevia pitoisuuksia todettiin 29 prosentissa näytteistä. Kaikkiaan merkkejä torjunta-aineista havaittiin 43 prosentissa tutkituista näytteistä. Näiden tulosten perusteella kauppapuutarhojen ja metsätaimien omista kaivoista torjunta-aineita ja niiden hajoamistuotteita löytyy hieman useammin kuin vedenottamoilta. Myös talousveden raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia torjunta-aineita ja niiden hajoamistuotteita löytyy kauppapuutarha- ja metsätaimien hakohteiden kaivoista vedenottamoita useammin.

Kuvassa 18 on esitetty löydettyjen torjunta-aineiden ja hajoamistuotteiden pitoisuuksien eri luokkiin jaetut osuudet.



Kuva 18. Pohjavesinäytteistä havaitut torjunta-aineiden ja niiden hajoamistuotteiden pitoisuudet luokittain (n=21)

TOPO-projektissa Hämeen ympäristökeskuksen alueelta otetuissa näytteissä yhden torjunta-aineen pitoisuuden raja-arvon ylittymisen aiheuttaneita torjunta-aineita tai hajoamistuotteita olivat atratsiini, DEA, DEDIA, heksatsinoni ja bromasiili. Muita Hämeen ympäristökeskuksen alueelta pohjavesistä pienempinä pitoisuuksina löytyneitä torjunta-ainejäämiä olivat simatsiini, DIA ja BAM. Tarkasteltaessa koko TOPO-projektin tutkimusaluetta, talousveden raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia pohjavesinäytteistä todettiin atratsiinia, sen hajoamistuotteita DEA:aa ja DEDIA:aa, heksatsinonia, bentatsonia, bromasiilia sekä diklobeniilin hajoamistuotetta BAM:aa. Näiden lisäksi todettiin pienempiä pitoisuuksia simatsiinia, propatsiinia, terbutylatsiinia ja sen hajoamistuotetta desetyyliterbutylatsiinia, mekopropia, dikloproppia sekä atratsiinin, simatsiinin ja terbutylatsiinin hajoamistuotetta. (Gustafsson 2004; Vuorimaa ym. 2007.) Tässä tutkimuksessa pohjavesinäytteistä löydettiin torjunta-aineista atratsiinia, simatsiinia, terbutylatsiinia, heksatsinonia ja etofumesaattia. Hajoamistuotteista löydettiin triatsiinien hajoamistuotteita DEA, DEDIA ja DIA sekä 2,6-diklooribentsoamidia BAM:aa. Raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia tässä tutkimuksessa todettiin BAM:aa, DIA:a, terbutylatsiinia ja etofumesaattia. Taulukossa 15 esitetään tämän tutkimuksen vesinäytteistä löydetty korkeimmat torjunta-ainepitoisuudet. Näitä torjunta-ainepitoisuuksia verrataan TOPO-projektissa vesinäytteistä Suomen alueelta havaittuihin korkeimpiin pitoisuuksiin.

Taulukko 15. Suurimmat havaitut torjunta-aineiden ja niiden hajoamistuotteiden pitoisuudet Hämeen ympäristökeskuksen tutkimuksessa sekä Suomen ympäristökeskuksen TOPO-projektissa (Vuorimaa ym. 2007).

| torjunta-aine tai hajoamistuote (µg/l) | TOPO-projekti | Hämeen ympäristökeskus 2004 |
|--|---------------|-----------------------------|
| BAM | 2,4 | 0,76 |
| atratsiini | 0,34 | 0,05 |
| DEA | 0,16 | 0,09 |
| DEDIA | 0,43 | 0,16 |
| DIA | 0,09 | 0,14 |
| simatsiini | 0,04 | 0,06 |
| terbutylatsiini | 0,056 | 0,16 |
| heksatsinoni | 0,9 | 0,19 |
| etofumesaatti | - | 0,71 |
| bentatsoni | 0,47 | - |
| mekopropi | 0,03 | - |
| desetyyli-terbutylatsiini | 0,04 | - |
| dikloproppi | 0,03 | - |
| propatsiini | <0,01 | - |
| bromasiili | 1 | - |
| yht. | 2,4 | 1,83 |

Taulukosta 15 voidaan huomata, että kauppapuutarhojen ja metsätaimitarhojen kaivoista löydettiin suurempia pitoisuuksia DIA:a, simatsiinia, terbutylatsiinia kuin TOPO-projektissa. Kauppapuutarhojen omista kaivoista löydettiin myös etofumesaattia, jota ei havaittu vedenottamoilta otetuista näytteistä TOPO-projektissa. Etelä-Savon vedenottamoilta etofumesaattia on aiemmissa tutkimuksissa löydetty (Ylönen 2005). Etofumesaatin käyttöä pohjavesialueilla on rajoitettu. (Evira 2010).

Muissa pohjavedestä tehdyissä tutkimuksissa yleisimmin löytyneet torjunta-aineet ovat olleet triatsiineja (atratsiini, simatsiini, terbutylatsiini). Näitä aineita käytetään kaiken kasvillisuuden hävittämiseen. Niitä voidaan käyttää esimerkiksi heinikosta eroon pääsemiseksi. (Jaakkonen 2003, 26). Tässä Hämeen alueella tehdyssä tutkimuksessa pohjavesistä todetut torjunta-ainejäämät olivat myös peräisin herbisideistä. Taulukosta 7 nähdään, että nämä torjunta-aineet ovat hyvin myrkyllisiä leville. Ne saattavat olla hyvin myrkyllisiä myös maan mikrobeille. (Vuorimaa ym. 2007). Luvussa 2.3.6. esitetyistä rakennekaavoista voidaan huomata, että useat näistä torjunta-aineista sisältävät kloorisubstituentin. Klooria sisältäviä yhdisteitä käytetään desinfiointiin. Kloorisubstituentin sisältävien yhdisteiden hajottaminen on mikrobeille vaikeaa (Nikunen 1993).

Se, että pohjavesinäytteistä löytyy suurempana pitoisuutena hajoamistuotetta kuin varsinaista tehoainetta, on Fraktmanin (2002) ja Vuorimaa ym. (2007, 25) mukaan merkki aineen hajoamisesta pohjavesiolosuhteissa. Useissa tämän tutkimuksen vesinäytteissä hajoamistuotteiden määrä oli suurempi kuin tehoaineen määrä. Torjunta-aineiden hajoamisen prosesseihin on kuitenkin alueella saattanut kulua kymmeniä vuosia.

4.3.5. Nitraattipitoisuudet

Servomaa ym. (1997, 9) mukaan torjunta-aineita suurempi uhka Suomen pohjavesissä on lannoitteista johtuva typpiyhdisteiden lisääntyminen. Nitraatin raja-arvo on 50 mg/l (STM asetus 461/2000), hyvässä vedessä nitraattia on alle 1 mg/l. Jos nitraattipitoisuus on 7 mg/l, on vedessä nitraattivaikutusta. Vedessä oleva nitraatti kertoo lannoitteiden tai jätevesien vaikutuksesta pohjaveteen. (Servomaa ym. 1997, 15).

Aikuisille nitraatista ei juuri ole haittaa, mutta imeväisikäisille se voi aiheuttaa methemoglobinemiaa, eli hapen saannin vaikeutumista, sekä suolisto-oireita (Kaivovedestä tutkittavat aineet ja ominaisuudet; Soveltamisopas talousvesiasetukseen 461/2000, 12). Kasvihuoneviljelyssä käytetään lannoitteita pinta-alayksikköä kohti noin kymmenkertaisesti peltoviljelyyn verrattuna (Jaakkonen 2003, 18). Ravinteet voivat joutua kasvihuoneilta vesiin ylikastelun seurauksena; turve kykenee sitomaan lähes kaiken kasteluliuoksen, kivivilla ei. (Grönroos & Nikander 2002). Tässä tutkimuksessa

nitraatin raja-arvo ylittyi vain yhdessä kaivovesinäytteessä. Nitraattivaikutusta oli 12 näytteessä, eli hieman yli puolessa näytteistä.

4.4. Tutkimukseen liittyvät epävarmuudet

Tähän tutkimukseen liittyy joitakin epävarmuustekijöitä. Päätyessään pohjaveteen torjunta-aineet voivat levitä laajalle alueelle. Esimerkiksi Lahdessa kaikki näytteenottokohteet, joista on löytynyt kunnan omissa tutkimuksissa torjunta-aineita ja niiden hajoamistuotteita sijaitsevat samassa pohjavesiruhjeessa ja ne voivat olla peräisin pieneltäkin alueelta (Haapanen 16.7.2003). Toisaalta torjunta-aineiden esiintyminen voi olla hyvin paikallista. Saman pohjavesialueen vierekkäisistä vedenottamoista torjunta-ainetta saattaa löytyä vain toisesta (Vuorimaa ym. 2007, 81.) Lisäksi torjunta-ainepitoisuudet saattavat vaihdella samassa havaintopisteessä runsaasti eri ajankohtina, samankin vuoden aikana (Vuorimaa ym. 2007, 81). Pohjaveteen päässeiden torjunta-aineiden alkuperää on vaikea todentaa. Torjunta-aineet voivat kulkeutua pohjaveden virtauksen mukana kauas lähtöpaikastaan. TOPO-projektin niillä pohjavesialueilla, joilla torjunta-ainepitoisuus ylitti talousveden raja-arvon, oli keskimääräistä enemmän asutusta, teollisuus- tai varastoalueita, virkistysalueita, vesistöjä, teitä, junaradan aluetta ja hautausmaita, mutta ei esimerkiksi peltoviljelyä, metsätaloutta tai maa-ainesten ottoa (Vuorimaa ym. 2007, 82.) Tämän tutkimuksen osalta ei voida aivan varmasti sanoa, mistä torjunta-aineet ovat kohteiden kaivoihin päätyneet. Pohjavesien kannalta puistojen, peltojen, radanvarsien ja kotipuutarhojen torjunta-aineiden käyttö voi aiheuttaa aivan yhtä vakavan ympäristöriskin kuin tässä selvityksessä mukana olevien kohteiden.

Tutkimuksen kartoitustuloksiin vaikuttavat käytettävissä olleet lähteet. Kauppapuutarha- ja metsätaimiharhakohteiden olemassaolon ja sijainnin selvittäminen oli välillä haastavaa. Tiedon julkisuuteen ja saatavuuteen liittyvät asiat tuntuivat olevan aivan oma byrokraattinen maailmansa. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus ylläpitää Puutarhayritysrekisteriä. Saadakseen Puutarhayritysrekisteristä tietoja ympäristökeskuksen piti tehdä kirjallinen hakemus. Hakemukseen ei ministeriössä vuoden 2003 kartoituksentekoaikana vastattu. TE-keskuksen rekisterin tietojen saannista sai neuvotella pitkään. TE-keskuksesta puutarhayrittäjistä saadut tiedot eivät olleet aivan uunituoreita. Käsitykseni mukaan TE-keskuksella on rekistereissään yksityiskohtaisempaa tietoa, esimerkiksi tietoja torjunta-aineiden ja lannoitteiden käytöstä, mutta saamissani listoissa oli vain kohteiden yhteystietoja. Kirjallista materiaalia on etsitty laajasti, mutta erityisesti valtion aikanaan omistamista vanhoista taimitarhoista tuntui olevan vaikea saada esimerkiksi tarkkoja sijaintitietoja. Puhelinsoitot Metsäkeskus Tapioon tai Taimi-Tapioon eivät tuottaneet lisätietoja, vaikka kohteen nimi ja kunta oli tiedossa. En millään saata uskoa, että

vanhoista Tapion keskustaimitarhoista ei olisi jossakin arkiston kätköissä sijaintitietoja. Tämä tiedonsaannin pullonkaula oli tullut vastaan myös Suomen keskustaimitarhoja kartoittaneille Jaakkoselle ja Sorvarille (2006). He löysivät olemassaolotiedot 73 keskustaimitarhalle. Näistä sijaintitieto kylän tai kunnan tarkkuudella oli mahdollista saada selville 30 taimitarhalle.

Käytettävissä olleissa lähteissä haasteita aiheutti kohteiden luokittelu. Jokaisessa saatavilla olleessa tietolähteessä luokittelu oli erilainen. Joissakin kohdeluetteloissa oli esimerkiksi otsikkona ”vihannesten, koristekasvien ja taimien viljely” eli kaikki erilaiset tuotantomuodot oli niputettu näissä luokitteluissa yhteen. Kohteiden luokittelu on haastavaa ja rajaavaa, sillä sama kohde voi olla sekä kauppapuutarha että marjatile. Joistakin kohteista on vaikea nimen perusteella päätellä, että kasvattaako kohde kasveja, tai ainoastaan myykö niitä, tai liittyykö kohde kasveihin mitenkään.

Kartoituskohteiden sijainteja kyseltiin myös kuntien viranhaltijoilta. Kesäaikana kuntien viranomaisia oli vaikea lomien vuoksi tavoittaa ja viranhaltijan kesäloma saattoi kestää juhannuksesta heinäkuun loppuun. Välillä myös tuntui, että kuntien viranomaiset vähättelivät omia tietojaan. Useat heistä tiesivät ”arkielämän” myötä seudun kartoituskohteista jo aika lailla, kauan paikkakunnalla asuneet hyvinkin paljon. Seutua tuntemattomalle selvityksen tekijälle ”arjen paikkakuntatiedosta” oli paljon apua.

Yhden ongelman muodosti se, miten muotoilla yrittäjille lähetettävä kyselylomake ja kirje niin, etteivät he säikähtäisi tai pahoittaisi mieltään. Kyselyn epämukavuuden ja kylmyyden korjauskeino tuli mieleeni vasta myöhemmin. Kyselyn olisi voinut muotoilla enemmän kohdehistoriaa kyseleväksi. Ainakin puhelimesta eläkkeellä olevat puutarhurit kertoivat mielellään toimintansa vaiheita. Puhelimesta juttellessa selvisi, että nämä puutarhurit olivat olleet ensin toisella puutarhalla töissä ja sitten perustaneet oman puutarhan. Juttelimme myös siitä, mikä milloinkin on ollut puutarhan päätuote ja milloin on rakennettu lisää kasvihuoneita.

Myöhemmin on käynyt ilmi, että kyselystä puuttui eräitä tärkeitä kysymyksiä. Kyselyssä ei kysytty kaivon etäisyyttä kasvihuoneista tai avomaaviljelmistä. Kyselyssä ei huomattu kysyä, minne kauppapuutarhat ja metsätaimitarhat vievät kasvatusalustat käytön jälkeen. Selvittämättä jäi se, mistä kohteet ottavat kasteluvetensä. Kysely sai kohteilta aiheellista kritiikkiä. Torjunta-aineiden käyttöä koskeva kysymys aiheutti joillekin vastaajille epämukavan ja syytetyn olon. Muutama vastaaja kritisoi kyselyn lähettämistä kiireisimpään kesäaikaan. Talvella kyselyn täyttämiseen olisi ollut paljon enemmän aikaa. Lisäksi vastaajat toivoivat yksilöidympää riskienaiheuttamisen pohdintaa. Kartoituskohteiden pohjavesille aiheuttamat riskit riippuvat esimerkiksi ylikasteluvesien kohtalosta ja viemäroinnistä.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Herkempi laboratorioanalytiikka on 2000-luvulla mullistanut tiedonsaannin torjunta-aineiden esiintymisestä Suomen pohjavesissä. Torjunta-aineiden löytymistä pohjavesistä voi analytiikan kehittymisen lisäksi selittää se, että torjunta-aineiden kulkeutuminen pintamaasta pohjaveteen saattaa kestää kauan.

Tässä tutkimuksessa Kanta- ja Päijät-Hämeen alueelta kartoitettiin 394 kauppapuutarhaa ja metsätaimitarhaa. Kauppapuutarhakohteita näistä oli 369 kappaletta ja metsätaimitarhakohteita 16 kappaletta. Lisäksi kartoituskohteissa on mukana 9 puutarha- tai maatalousalan oppilaitosta tai tutkimuslaitosta. Suurin osa kartoituskohteista on toimintansa jo lopettaneita. Eniten kauppapuutarhoja on seudulla toiminut 1950-luvulla ja metsätaimitarhoja 1960–1970-luvuilla. Kauppapuutarhoista, joiden sijainti on tiedossa, sijaitsee pohjavesialueilla noin 40 prosenttia. Metsätaimitarhoista pohjavesialueilla sijaitsee yli 60 prosenttia. Kauppapuutarhojen ja metsätaimitarhojen sijaintitiedot vahvistavat aiempaa oletusta siitä, että metsätaimitarhojen ja niiden kauppapuutarhakohteiden, joissa on käytetty intensiivisesti torjunta-aineita, toiminta voi aiheuttaa pohjavesille riskejä torjunta-aineiden ja nitraatin huuhtoutumisesta pohjavesiin.

Kaivovesinäytteistä havaittiin laboratorioanalyyseissä torjunta-aineita ja torjunta-aineiden hajoamistuotteita. Näytteitä oli kaikkiaan 21 kohteesta. Näytteistä todettiin atratsiinia, simatsiinia ja terbutylatsiinia sekä niiden hajoamistuotteita desetyyli-atratsiinia DEA:a, desetyyli-deisopropyliatratsiinia DEDIA:a ja desisopropyliatratsiini DIA:a. Lisäksi kaivovesinäytteistä todettiin heksatsinonia, etofumesaattia sekä diklobeniilin hajoamistuotetta 2,6-diklooribentsoamidia BAM:a. Pohjavesinäytteistä yli 40 prosentissa oli havaittavissa pieniä pitoisuuksia torjunta-aineita tai niiden hajoamistuotteita. Kolmesta kohteesta löytyi talousveden raja-arvon ylittävä torjunta-aineen tai torjunta-aineen hajoamistuotteen pitoisuus. Näiden tulosten perusteella kauppapuutarhojen ja metsätaimitarhojen omista kaivoista torjunta-aineita ja niiden hajoamistuotteita löytyy hieman useammin kuin niistä vedenottamoista, joista on olemassa vertailukelpoisia tutkimustuloksia. Myös talousveden raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia torjunta-aineita ja niiden hajoamistuotteita löytyy kauppapuutarha- ja metsätaimitarhakohteiden kaivoista vedenottamoita useammin.

Torjunta-aineilla ja niiden hajoamistuotteilla saastunutta juomavettä käsitellään talousvesilaatuiseksi nykyisin Suomessakin. Hyvinkäällä ja Tampereella on

vedenottoamoilla käytössä aktiivihiilisuodatus. Kun tutkimuksia tehdään lisää, pohjavesistä tullaan todennäköisesti löytämään yhä enemmän torjunta-ainejäämiä. Tämä lisää tarvetta tutkia ja kehittää menetelmiä, joilla saastunutta pohjavettä voidaan puhdistaa. Pohjavesien saastumisen ennaltaehkäisemiseksi tulee kehittää viljelymenetelmiä ja kasvinsuojelumenetelmiä sellaisiin suuntiin, joissa torjunta-aineiden aiheuttamat ympäristöriskit ovat pienemmät.

LÄHTEET

Aallonen, A. 2002. Torjunta-aineiden analytiikka. Luento. Laboratoriopäivät, Suomen ympäristökeskus 2002.

Aallonen, Anri 24.5.2010. Puhelinkeskustelu. Kemisti, Ryhmäpäällikkö Ramboll Analytics Oy (entinen Lahden tutkimuslaboratorio).

Aallonen, Anri 4.6.2010. Puhelinkeskustelu. Kemisti, Ryhmäpäällikkö Ramboll Analytics Oy (entinen Lahden tutkimuslaboratorio).

Autio, S. 2009. Kasvinsuojeluaineiden ympäristöriskien hallinta. Ympäristö ja Terveys –lehti 40 (7): 46-47.

Cheng, H. ja Koskinen, W. 1986. Processes and Factors Affecting Transport of Pesticides to Ground Water. Teoksessa Garner, W., Honeycutt, R. & Nigg, H. (ed.). Evaluation of Pesticides in Ground Water. American Chemical Society: Washington DC. ss 2-13.

EC 2002. European Commission 2002. Review report for the active substance ethofumesate. Health & consumer protection directorate-general. SANCO/6503/VI/99-final. [WWW]. [Viitattu 7.6.2010]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/food/plant/protection/evaluation/existactive/list1-45_en.pdf

Evira 2008a. Kasvinsuojeluaineet 2008. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, Kasvinsuojeluainejaos.

Evira 2008b. Kasvinsuojeluaineiden myynti Suomessa 2008. [WWW]. [Viitattu 31.5.2010]. Saatavissa: http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto_ja_rehut/kasvinsuojeluaineet/tilastotietoa/

Evira 2010a. Kasvinsuojeluaineet 2010. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, Kasvinsuojeluainejaos.

Evira 2010b. Valmisteet, joiden käyttöä pohjavesialueilla on rajoitettu. [WWW]. [Viitattu 7.6.2010]. Saatavissa:

http://www.evira.fi/attachments/kasvintuotanto_ja_rehut/kasvinsuojeluaineet/pohjavesitaulukot/rajoituksin_sallituja_pohjavesialueilla_010110.pdf

Fraktman, L. 2001. Maaperän pilaantumisriskit kauppapuutarhoissa. Selvitys Helsingin kauppapuutarha-alueista ja niillä käytetyistä haitta-aineista. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen monisteita 6/2001. Helsingin kaupungin ympäristökeskus: Helsinki.

Fraktman, L. 2002. Torjunta-aineiden esiintyminen ja käyttäytyminen kauppapuutarhojen maaperässä. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 8/2002. Helsingin kaupungin ympäristökeskus: Helsinki.

Gustafsson, J. (toim.) 2004. Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä: väliraportti. Suomen ympäristökeskuksen moniste 299. Suomen ympäristökeskus: Helsinki.

Grönroos, J. ja Nikander, A. 2002. Kasvihuonetuotanto ja ympäristö. Kyselytutkimuksen tulokset. Suomen ympäristökeskuksen moniste 257. Suomen ympäristökeskus: Helsinki.

Haapanen, Eeva-Riitta 16.7.2003. Puhelinkeskustelu Lahden ympäristötarkastaja Eeva-Riitta Haapasen kanssa.

Hartikainen, H. 1992. Maatalous ja ympäristönsuojelu. Teoksessa Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kemppainen, E. Maa, viljely ja ympäristö. WSOY: Porvoo. ss 301-334.

Hartikainen, H. 22.4.2010. Towards a better understanding of the behaviour of pesticides in soil. Luento HENVI Science Day. [WWW]. [Viitattu 29.5.2010]. Saatavissa: http://www.helsinki.fi/henvi/research/scienceday10_programme.htm

Heinonen, J., Siimes, K., Kalevi, K. & Mannio, J. 2007. Kasvinsuojeluaineita kartoitettu Suomen pintavesistä. Ympäristö ja Terveys –lehti 38 (9): 36-44.

Helling, C. ja Gish, T. 1986. Soil Characteristics Affecting Pesticide Movement into Ground Water. Teoksessa Garner, W., Honeycutt, R. & Nigg, H. (ed.). Evaluation of Pesticides in Ground Water. American Chemical Society: Washington DC. ss 14-38.

Holm, Markus 2001. Jatkoa Espoon saastuneiden maa-alueiden kartoitukselle. Selvitys Espoossa vuosina 1950-1990 toimineista mahdollisesti maaperää saastuttaneista kohteista ja raportti selvityksen vaiheista. Raportti ja selvityksiä 7/2001. Espoon kaupungin ympäristökeskus: Espoo.

Honkanen Tapani 24.7.2003. Saatekirje. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion asiantuntija.

HSDB. Hazardous Substances Data Bank. [WWW-tietokanta]. [Viitattu 31.5.2010]. Saatavissa: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>

Hämeen ympäristökeskus. Hämeen ympäristökeskuksen kotisivu. [WWW]. [Viitattu 28.9.2009]. Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/ham>

Hämeen ympäristökeskus 25.5.2001. Päätös pilaantuneen maaperän puhdistamista koskevan ympäristönsuojelulain 78 §:n mukaisen ilmoituksen johdosta. 0300Y0263-18.

Härkki, H. 2005. Torjunta-aineiden hajoamistuotteen, 2,6-diklooribentsoamidin, poistaminen pohjavedestä aktiivihiiliadsorptiolla. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, Ympäristötekniikka, Bio- ja ympäristötekniikan laitos.

Jaakkonen, S. 2003. Toimintansa lopettaneiden kauppapuutarhojen maaperän pilaantuneisuus: esiselvitys. Suomen ympäristö 604. Uudenmaan ympäristökeskus: Helsinki.

Jaakkonen, S. ja Sorvari, J. 2006. Metsätaimien torjunta-aineiden ympäristövaikutukset ja riskinarviointi. Suomen ympäristö 819. Uudenmaan ympäristökeskus: Helsinki.

Juntunen, M-L. 2002. Environmental impact of fertilizers and pesticides used in Finnish forest nurseries. Academic Dissertation. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 849. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema: Suonenjoki.

Kaivovedestä tutkittavat aineet ja ominaisuudet. [WWW]. [Viitattu 7.6.2010]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=13095&lan=fi>

Kajander, S. 1998. Heinolan pohjavesivarat ja pohjavesiympäristön hoito. Alueelliset ympäristöjulkaisut 86. Etelä-Savon ympäristökeskus: Mikkeli.

Kauppapuutarhaliitto 2003. Tiedote: Lähes 200 miljoonan euron tuotanto. [WWW]. [Viitattu 7.8.2003]. Saatavissa: http://www.kauppapuutarhaliitto.fi/kauppapuutarhaliitto/kplry.nsf/wsivut/32DB085034CABD58C2256C1E0022111E?opendocument&nid=Kasvihuonetuotanto_Suomessa#,

Korkka-Niemi, K., Sipilä, A., Hatva, T., Hiisvirta, L., Lahti, K. & Alftan, G. 1993. Valtakunnallinen kaivovesitutkimus. Talousveden laatu ja siihen vaikuttavat tekijät. Vesi- ja ympäristöhallitus ja Sosiaali- ja terveysministeriö: Helsinki.

KTTK 1996. Torjunta-aineet 1996. Luettelo rekisterissä olevista torjunta-aineista ja niiden käyttöä koskevista ehdoista. Kasvintuotannon tarkastuskeskus: Helsinki.

KTTK 2003. Torjunta-aineet 2003. Kasvintuotannon tarkastuskeskus: Helsinki.

Laitinen, P., Siimes, K., Eronen, L., Rämö, S., Welling, L., Oinonen, S., Mattsoff, L. & Ruohonen-Lehto, M. 2006. Fate of the herbicides glyphosate, glufosinate-ammonium, phenmedipham, ethofumesate and metamitron in two Finnish arable soils. *Pest Management Science* 62 (6): 473-491.

Laitinen, P. 2009. Fate of the organophosphate herbicide glyphosate in arable soils and its relationship to soil phosphorus status. Academic Dissertation. MTT Tiede 3/2009. MTT Agrifood Research Finland: Jokioinen.

Laki kasvinsuojeluaineista (1259/2006). Annettu 22.12.2006.

Liski, Ulla-Maija 2004. Re. kauppapuutarha- ja metsätaimitarhakartoituksen näyte-ehdotus. Sähköposti Hämeen ympäristökeskuksen ylitarkastaja Ulla-Maija Liskiltä. Vastaanottaja Riitta Savikko ja Tuomo Korhonen. Lähetetty 14.7.2004.

Londesborough, S., Holm, K., Jaakkonen, S., Jokela, S., Kallio-Mannila, K., Mannio, J., Mehtonen, J., Nikunen, E., Pyy, O., Siimes, K., Silvo, K. & Verta, M. 2006. Haitallisista aineista aiheutuvan kuormituksen vähentäminen: taustaselvitys osa II: vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 23/2006. Suomen ympäristökeskus: Helsinki.

Luotola, M., Nakari, T. & Walls, M. 2001. Pohjoisten ympäristöolojen vaikutus kemikaalien käyttäytymiseen ja myrkyllisyyteen. Suomen ympäristö 450. Suomen ympäristökeskus: Helsinki.

Lähde, V., Hilli, A. & Breitenstein, W. 1955. Rikkaruohojen kemiallinen torjunta. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja N:o 9. Kasvinsuojeluseura ry: Helsinki.

Maataloustilastoja. [WWW]. [Viitattu 28.6.2003]. Saatavissa: <http://tike.mmm.fi/Tilasto/maataloustilastoja.htm>,

Manahan, S. 1999. Environmental Chemistry. Seventh edition. Lewis Publishers: USA.

Manahan, S. 2005. Environmental Chemistry. Eight edition. CRC Press: USA.

Markkula, M., Tiittanen, K & Vasarainen A. 1990. Torjunta-aineet maa- ja metsätaloudessa 1953-1987. Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote 2/90. Maatalouden tutkimuskeskus: Jokioinen.

Meronen, M. 1993. Kasvihuoneviljely ja sen ympäristövaikutukset. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 413. Vesi- ja ympäristöhallitus: Helsinki.

Metsähallitus 1989. Metsäpuiden taimitarhat ja siemenkaristamot. Metsähallitus, yleismetsätalouden osasto: Helsinki.

Mälkki, E., Sihvonen, K. & Suokko, T. 1988. Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen. II Taimitarhat. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 50. Vesi- ja ympäristöhallitus: Helsinki.

Nikunen, E. 1993. Ympäristölle vaaralliset kemikaalit. Kemikaalien ympäristövaikutusten arvioiminen, ympäristölle vaarallisten kemikaalien luokittelu, toiminnanharjoittajien velvoitteet. Kemianteollisuus ry: Helsinki.

Närhi, I. (toim.) 2008. Torjunta-aineiden esiintyminen maaperässä ja pohjavedessä lopettaneilla taimi- ja kauppapuutarhoilla. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 7/2008. Länsi-Suomen ympäristökeskus: Vaasa.

Paasivirta, J. ja Rytsä, E. 1980. Torjunta-ainekemia. Toinen painos. Otakustantamo: Espoo.

Paavo Ristola Oy 22.12.2000. Heinolan Nynäsin taimitarhan alueella sijaitsevien neljän tontin kunnostuksen yleissuunnitelma.

Petäjäistö, L ja Mäkinen, P. 1999. Metsäpuiden taimien kasvatus yritystoimintana. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 727. Metsäntutkimuslaitos: Helsinki.

Puutarhayritysrekisteri 1990. Maatilahallitus. Maa- ja metsätalous 1991:1. Helsinki.

Puutarhayritysrekisteri 2003. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus: Helsinki.

Rapala, J. ja Gustafsson, J. 2005. Pohjavedestä todetut torjunta-ainepitoisuudet vesilaitosten ongelmana. Ympäristö- ja terveys -lehti 4/2005, s. 57-63.

Ratahallintokeskus 2002. Selvitys torjunta-aineiden käytöstä rautateilla 11.7.2002. Vastaus Uudenmaan ympäristökeskuksen kyselyyn torjunta-aineiden käytöstä.

Ruiskuttajan käsikirja 1999. Maa- ja metsätalousministeriö. SPOY: Kokemäki.

Savela, M-L., Hynninen, E-L. & Blomqvist, H. 2003. Pesticide Sales in 2002. Upward Trend Continues. *Kemia-Kemi* 30 (6): 61-63.

Savela, M-L. ja Hynninen, E-L. 2004. Slower Growth in Pesticide Sales. *Kemia-Kemi* 31 (6): 57-59.

Savelainen, K. (toim.) 2003. Pilaantuneet maa-alueet. Uudenmaan ympäristökeskuksen neuvottelupäivä Helsingissä 5.3.2003. Uudenmaan ympäristökeskus monisteita nro 128. Uudenmaan ympäristökeskus: Helsinki.

Seiber, J. 2002. Environmental Fate of Pesticides. Teoksessa Wheeler, W. (ed.). *Pesticides in Agriculture and the Environment. Books in soils, plants and the environment.* M. Dekker: New York.

Seppälä, T. 1997. Torjunta-aineiden käyttäytyminen Suomen ympäristöoloissa. Suomen ympäristö 140. Suomen ympäristökeskus: Helsinki.

Servomaa, K., Tuomainen, A., Ahokas, A., Sojakka, P., Breilin, O. & Kangas, J. 2001. Torjunta-aineiden ja ravinteiden kulkeutuminen kasvihuoneista maaperään ja pohjaveteen: EU-projekti SMT CT96-2048 / Kristina Servomaa. Suomen ympäristö 516. Pohjois-Savon ympäristökeskus: Kuopio.

Siimes, K., Rämö, S., Welling, L., Nikunen, U. & Laitinen, P. 2006. Comparison of the behaviour of three herbicides in a field experiment under bare soil conditions. *Agricultural Water Management* 84 (1): 53-64.

Soveltamisopas talousvesiasetukseen 461/2000. Sosiaali ja terveysministeriön asetus 461/2000 talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. Vesi- ja viemärilaitosyhdistys ja Suomen Kuntaliitto. Helsinki 2000.

STM 461/2000. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. Annettu 19.5.2000.

Taimitietopalvelu. [WWW]. [Viitattu 10.1.2003]. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/taimitieto-kotisivu.htm>

Takalo, A. 2003. Kauppapuutarhatoiminnan aiheuttamat ympäristöriskit Pohjois-Pohjanmaalla. Pro gradu tutkielma. Maantieteen laitos, Oulun yliopisto.

Talvitie, Y. 1945. Kasvinsuojeluaineista ja niiden valmistusmahdollisuuksista Suomessa. Kemian Keskusliiton julkaisuja N:o 4. Helsinki.

Tapio-konserni. [WWW]. [Viitattu 7.6.2010]. Saatavissa:
<http://www.tapio.fi/tapiokonserni>

Tapion vuosikirja 1974. Keskusmetsälautakunta Tapio: Helsinki.

Tapion vuosikirja 1981. Keskusmetsälautakunta Tapio, piirimetsälautakunnat, metsänhoitoyhdistykset –toiminta 1981. Keskusmetsälautakunta Tapio: Helsinki.

Torjunta-aineet Lahden pohjavesissä. [WWW]. [Viitattu 11.4.2010]. Saatavissa:
<http://www.lahti.fi/www%5Ccms.nsf/pages/AEFA0317C22C27A9C2256F6500437434?opendocument>

Vuorimaa, P., Kontro, M., Rapala, J. & Gustafsson, J. 2007. Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä : loppuraportti. Suomen ympäristö 42/2007. Suomen ympäristökeskus: Helsinki.

Ylönen, K. 2005. Eräät orgaaniset ja epäorgaaniset haitta-aineet Etelä-Savon tärkeimpien vedenottamoiden raaka- ja pohjavesissä. Etelä-savon ympäristökeskuksen moniste. Etelä-Savon ympäristökeskus: Mikkeli.

LIITTEET

Liite A. Kauppapuutarha ja metsätaimitarhakartoituksen tietolähteet

Tähän liitteen taulukkoon on listattu tietolähteet, joista tässä tutkimuksessa etsittiin tietoja kauppapuutarhojen ja metsätaimitarhojen olemassaolosta ja sijainnista.

Taulukko A. Kauppapuutarha- ja metsätaimitarhakartoituksen tietolähteet

Yrityslistaukset:

- alan järjestöjen nettisivut (esim. Puutarhaliitto <http://www.puutarhaliitto.fi>, Kauppapuutarhaliitto <http://www.kauppapuutarhaliitto.fi>, Taimistoviljelijät ry ja Suomen Puutarhakauppiat ry <http://www.vyl.fi>)
- Siniset Kirjat eri vuosilta (näitä kirjoja on 50 vuoden takaa)
- puhelinluettelot eri vuosilta
- Maakuntainfo
- Yritystele
- Kaupunki-info
- Bluebook -internettietokanta
- Puutarhakalenterit
- kohteiden omat nettisivut

Kunnat:

- kuntien nettisivut
- kunnan yrityshakemisto
- kirjeet ja soitot ympäristösuojelusihteereille ja kuntien elinkeinotoimen viranhaltijoille

Kartat:

- peruskartta
- vanhat kartat (esim. Hämeenlinnassa on tie nimeltä Taimistontie, jossa on maataloussihteerin mukaan tontti nimeltä Tapion taimitarha)

Yhteydenotot:

- Maaseutukeskus: puutarhaneuvoja
- TE-keskus

-puhelinsoitot Hämeen Puutarhaseuraan Hannu Äystölle, Lahden Puutarhaseuraan Jaakko Isomäelle, Kauppapuutarhaliiton Salpausselän piirin puheenjohtajalle Eija Jakobsonille ja sihteerille Väinö Lehtorannalle. Soitellessa esimerkiksi kysytty, olisiko heillä vanhoja jäsentietoja tai muuten tietoja 1950- ja 1960-luvuilla toimineista puutarhoista.

-museoyhteydenotot (Itä-Hämeen museo, Hämeenlinnan historiallinen museo, Lahden kaupunginmuseo, Museovirasto)

Ympäristökeskuksen aineistot:

- pima-tietokanta
- pohjavesien suojelusuunnitelmat eri kunnille

Kirjat:

- Laitila, Inka-Maria 1995. Puistojen kaupunki: Hämeenlinnan vanhojen puistojen historiaa ja puistokulttuuria. Hämeenlinnan kaupungin historiallinen museo.
- Mäkinen, Juha 1998. Puutarhaviiljelyn ja puistojen historiaa Lahden seudulla. Lahden puutarhaseura r.y. 1908-1998. Lahden puutarhaseura.
- Suomen puutarhoja. Kustannusosakeyhtiö Kivi, Helsinki 1949.
- Puutarhayritysrekisteri –tilasto-osuuskirja (vuosilta 1990, 2002)

Muut:

- yritetty saada Maa- ja metsätalousministeriöstä lupaa saada tietoja Puutarhayritysrekisteristä
- selvitettiin mahdollisuutta saada tietoja Elinkeinoelämän Keskusarkistosta, www.elka.fi, josta saattaisi löytyä tietoja isoista, vanhoista kohteista.

Liite B. Kauppapuutarhoilla käytettyjä torjunta-aineita

Tässä liitteessä on esitelty kauppapuutarhoilla käytössä olleita torjunta-aineita tehoaineen mukaan jaoteltuna. Taulukoiden lähteenä on Jaakkonen (2003, 85-87).

| TEHOAINE | KAUPPANIMI TAI -NIMET |
|-----------------------------------|--|
| abamektiini | Vertimec |
| aldikarbi | Temik 10 G, |
| aldriini | Möhösuoja, des. suositeltu -64 |
| alfa-sypermetriini | Fastac |
| arseeni | Arska, Boliden Z 47, Keisarinvihreä, Lyarsen |
| atsinfossimetyyli | Gusation |
| atsobentseeni | Murfos Atso, Atsobensoli |
| benomyyli | Benlate |
| bromofossi | Nexion 25 |
| buprofetsiini | Applaud 40 SC |
| butoksikarboksiimi | Substral |
| daminotsidi | B-nine SP |
| datsometti | Mylone |
| diklooripropaani-diklooripropeeni | Di-Trapex |
| DDT | Boxol, Täystuho, Pentaxol 2, Gesarol |
| deltametriini | Decis E |
| demetoni | Systox |
| diatsinoni | Basudin, Diafume |
| dibromi | Ortho Dibrom |
| dibromklooripropaani | Nemagon |
| dienoklori | Pentac 50-Plant |
| diklofluanidi | Euparen |
| diklorvossi | DDVP, Dedevap, Nogos 50 |
| dikofoli | Kelthane W |
| dimetooatti | Cygon, Folimat, Perfecthion, Roxion |
| dinobutoni | Acrex 30 EC |
| dinokappi | Karathane W.D. |
| elohopea | Atiran, Hyrgos, Kalomelipöly, Femma |
| endosulfaani | Thiodan |
| endriini | Endrin, Myyräsota "100" |
| fenbutatinaoksidi | Torque-punkkihävite |
| fenitrotioni | Folithion, Fenition, Sumition |
| fensoni | Murvesco |
| fentioni | Baycid |
| ferbam | Duphar Ferbam |
| fiproniili | Regent 80 WDG |
| fluori | Cryocid, Fluoridineste |
| flurprimidoli | Topflor |
| foksiimi | Volaton 5, Baygon muurahaisille |
| folpetti | Ortho Phaltan |
| formaldehydi | Formaliini |
| formetanaatti | Fundex Forte 750 |
| formotioni | Anthio |
| fosetyyli-alumiini | Aliette 80 WG |
| fosfamidoni | Dimecron |
| glutaraldehydi | Korsolin |
| heksytiatsoki | Nissorun |
| HETP | Mortoxol |
| imidaklopridi | Confidor WG 70 |
| iprodioni | Rovral |
| kaptaani | Orthocide, Flit 406 |
| karbolihappo | |
| kinometionaatti | Morestan |
| klooribentsylaatti | G24353, Akar 20 |
| kloorikalkki | |

| TEHOAINE | KAUPPANIMI TAI -NIMET |
|-------------------------------------|--|
| klooripikriini | Larvacide |
| klordimeformi | Fundex Forte 750 |
| klorfenvinfossi ? | Birlane-sirote |
| klorfoniumkloridi | Phosfon |
| klormekvattikloridi | Korrenvahvistaja CCC, CCC 750 |
| kloroksuroni | Teneran |
| klorpyrifossi? | Empire 20 |
| kupari | Kuparikalkki, Bordeaux-neste |
| kuparioksikloridi | Soltosan, OB 21, Kuprijauhe |
| kuparisulfaatti | Kuparivihtrilli, Talviventuria |
| kvassia | Kilsect |
| kvintotseeni | Brassicol, Avicol, Botrilex, Fartox |
| lambda-syhalotriini | Karate |
| lindaani | Agrocide 2 ja 3, Heksa, 666-jauhe, Hortex, Gammatuho |
| malationi | KS-Malation, Malasiini, Malavit |
| manebi | Dithane M-22. Maneba, Trimangol |
| mankotsebi | Dithane M-45 |
| metaldehydi | Slugit, Metadex |
| metam-Na | Vapam |
| metiokarbi | Mesuroi |
| metoksikloori | Yleisaerosoli |
| metyylibromidi | |
| metyylidemetoni | Metasystox |
| metyylietyyli-kloorietyylisulfiitti | Aramite-15 W |
| metyyli-isotiosyanaatti | Di-Trapez, Trapez |
| mevinfossi | Shell Phosdrin, Fosdrin |
| naftaliini | Naftos |
| nikotiini | Nikotiini-kärytenauha, Savu-nik.ruisk.neste |
| nitrofenoli | Bulbosit |
| oksidemetonimetyyli | Metasystox R |
| oksikarboksiini | Plantvax |
| paradiklooribentseeni | PCDB, Soilicide |
| parakvatti | Gramoxone |
| parationi | Bladan 605, Paratuho, Aatiol, Yleisteho RJ-15 |
| penkonatsoli | Topas 100 EC |
| permetriini | Bio Kill |
| piperonylibutoksidi | Yleisaerosoli, Bioruiskute |
| pirimikarbi | Pirimor |
| propamokarbi-hydrokloridi | Previcur N |
| propoksuuri | Baigon |
| protiokarbi | Previcur S 70 |
| pymetrotsiini | Plenum 25 WP |
| pyretriini | Bioruiskute S |
| rikki | Rikkikalkki, tulikukka, tulikivi |
| rotenoni | Derris |
| salisylaniliidi | Shirlan |
| sulfoteppi | Bladafum, Murfos Dithio |
| syanidi | Cymag |
| sykloheksimidi | Actidion |
| sypermetriini | Ripcord |
| talliumsulfaatti | Musta Surma, Morte-tahna ja-jyvät |
| TCTNB | Bulbosan |
| teknatseeni | Fusarex, Folosan |

| TEHOAINE | KAUPPANIMI TAI -NIMET |
|--------------------|--|
| TEPP | Mortoxol 2, |
| tetradifoni | Duphar Tedion V-18 |
| tiofanaattimetyyli | Topsin M |
| tiokinoksi | Eradex, Genit |
| tiometoni | Ekatin |
| tionatsiini | Nemafos |
| tiraami | F.D.ruiskute,Pomasol, Pomarsol Forte, Tirama |
| tolueeni | Tolu, Tolux |
| tolyylifluanidi | Euparen M |
| triforiini | Saprol |
| triklorfoni | Dipterex |
| trikloronaatti | Agritox |
| vinklotsoliini | Rovilan |
| zinebi | Dithane Z-78, Zineb, Lonacol |

Liite C. Kyselylomake kauppapuutarha- ja taimitarhayrittäjille



HÄMEEN
YMPÄRISTÖKESKUS

Tiedustelu

Ympäristö- ja vesivaraosasto
Vesistö- ja kunnostusryhmä

14.7.2003

HAM-2003-Y-250-18
YVO/vek/46A/03

KAUPPAPUUTARHA- JA TAIMITARHASELVITYS

Hämeen ympäristökeskus tekee selvitystä alueen kunnissa toimivista ja toimineista kauppapuutarhoista ja taimitarhoista. Kauppapuutarhoja on aiemmin kartoitettu pääkaupunkiseudulla (Espoossa, Helsingissä ja Vantaalla) ja Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen alueella (kesällä 2002). Tiedot kerätään ympäristöhallinnon käytössä olevaan tietokantaan.

Tavoitteena on saada kauppapuutarha- ja taimitarhakartoitukseen tiedot sekä nykyisin toimivista että jo toimintansa lopettaneista kauppapuutarhoista, metsätaimtarhoista, muita kasveja kasvattavista taimitarhoista, marjanviljelytiloista, omenanviljelytiloista ja muista vastaavista kohteista. Kartoituksen tavoitteena on selvittää, missä määrin torjunta-aineita ja lannoitteita on käytetty puutarha- ja taimitarhatuotannossa ja aiheutuuko tästä mahdollisesti haittaa pohjavesille ja maaperälle. Kartoituksen tiedoista on apua myös maankäytön muuttuessa tai sitä suunniteltaessa. Kartoitusta tekee kesällä 2003 harjoittelija Riitta Savikko.

Tällainen kirje on tarkoitettu lähettää kaikille Hämeen ympäristökeskuksen alueen kartoituskohteille. Kirjeen saattaa saada myös yritys, joka vain myy taimia tai jonka alaa on viherrakentaminen. Jos yritys ei itse kasvata taimia, niin kyselylomakkeen viimeisellä sivulla voi kertoa, mistä yrityksen taimet ostetaan. Erityisesti kartoituksessa pyritään keräämään tietoja 1960- ja 1970-luvulla toimineista kohteista, koska silloin esimerkiksi torjunta-aineista oli nykyistä vähemmän tietoa.

Toivon, että vastaatte tässä kirjeessä liitteenä olevaan kyselylomakkeeseen ja palautatte kyselyn Hämeen ympäristökeskukseen 31.7.2003 mennessä. Selvitystä koskeissa asioissa saa mielellään ottaa yhteyttä niin postitse, sähköpostitse (riitta.savikko@ymparisto.fi) kuin puhelimellakin (03-2420 412). Kiitos vastauksista jo etukäteen.

ystävällisin terveisin

2/2

vesistö- ja kunnostuspäällikön sijainen Mikko Sulkakoski
kehitysinsinööri

harjoittelija

RS
Riitta Savikko

LIITTEET kyselylomake
torjunta-ainelista
kartta
palautuskuori

Kartoituskohteet Hämeen ympäristökeskuksen alueella**Kohdetietoja:**

kohteen nimi _____
 osoite _____
 kunta _____ kylä _____ kiinteistötunnus _____
 kohteen entiset nimet _____

Päätuotantosuunta:

kauppapuutarha _____ metsätaimtarha _____ marjatila _____
 muu taimitarha (koristepuut, koristepensaat, perennat) _____
 muu, mikä _____

Sivutuotantosuunta: (voit rastittaa useampia kohtia)

kauppapuutarha _____ metsätaimtarha _____ marjatila _____
 muu taimitarha (koristepuut, koristepensaat, perennat) _____
 muu, mikä _____

Yhteystietoja:

toiminnanharjoittaja _____
 toiminnanharjoittajan osoite _____
 toiminnanharjoittajan puhelin _____
 toiminnanharjoittajan sähköpostiosoite _____

omistaja (jos eri kuin toiminnanharjoittaja) _____
 omistajan osoite _____
 omistajan puhelin _____

entisten toiminnanharjoittajien ja omistajien yhteystietoja:

Tuotantotietoja:

perustamisvuosi _____
 lopettaneilla lopettamisvuosi _____

onko kohteessa nykyisin kasvihuoneita kyllä ei ei tietoa

kasvihuoneiden pinta-ala _____
 kasvihuoneissa tuotettavat kasvit _____

onko kohteessa ollut aiemmin kasvihuoneita kyllä ei ei tietoa

aiempien kasvihuoneiden pinta-ala _____
 kasvihuoneissa tuotetut kasvit _____

onko kohteessa nykyisin avoviljelmää kyllä ei ei tietoa

avoviljelmien pinta-ala _____
 avoviljelmillä tuotettavat kasvit _____

onko kohteessa ollut aiemmin avoviljelmää kyllä ei ei tietoa
 aiempien avoviljelmien pinta-ala _____
 avoviljelmillä tuotetut kasvit _____

onko kohteessa nykyisin taimitarha kyllä ei ei tietoa
 taimitarhan pinta-ala _____
 taimitarhassa tuotettavat kasvit _____

onko kohteessa ollut aiemmin taimitarha kyllä ei ei tietoa
 aiempien taimitarhojen pinta-ala _____
 taimitarhoissa tuotetut kasvit _____

lämmitysenergian lähde nykyisin _____
 lämmitysenergian lähde aiemmin _____

onko kohteessa (rastita ja laita viivalle lukumäärä)
 maanalainen öljysäiliö _____ kpl maanpäällinen öljysäiliö _____ kpl
 onko öljysäiliöiden kuntoa tarkastettu kyllä ei ei tietoa
 jos tarkastettu, niin minä vuonna _____

Onko tiedossanne kohteen alueella tapahtuneita öljyvahinkoja, tulipaloja tai onnettomuuksia, joihin liittyy kemikaaleja? Jos on, kerro millainen onnettomuus on kyseessä ja milloin se tapahtui?

Onko kohteessa (rastita, jos on)
 jätteen polttoa _____ oma kaivo _____ oma kaatopaikka _____ kemikaalivarasto _____
 Onko kohteessa aiemmin ollut (rastita jos on)
 jätteen polttoa _____ oma kaivo _____ oma kaatopaikka _____ kemikaalivarasto _____

Sijaitseeko kohde pohjavesialueella? kyllä ei ei tietoa

Jos kohteessa on oma kaivo, niin onko kaivon veden laatua tutkittu? kyllä ei ei tietoa
 jos tutkittu, niin minä vuonna _____
 jos tutkimuksissa on löydetty jotakin erikoista, niin kirjoittakaa tutkimustulosten lopussa oleva lausunto tähän _____

Onko tiedossanne, että alueella tai alueelta on siirretty maamassoja? Jos on, niin tiedätkö milloin ja minne? _____

Kirjaa tähän taulukkoon tietoja käytetyistä kemikaaleista. Tilan loppuessa jatka erilliselle paperille. Kirjaa nykyisin käytettävät kemikaalit ja aiemmin käytetyt kemikaalit. Kirjoita taulukkoon mieluiten valmisteen kaupan nimi. Apuna voit käyttää liitteenä olevaa kemikaalilistaa, mutta siinä ei valitettavasti ole tietoja kaikista kemikaaleista.

Jos kohteessa on pidetty kirjaa käytetyistä kemikaaleista, myös kopio niistä tiedoista riittää. Jos kaikista kemikaaleista ei ole pidetty kirjaa, mutta osasta on, voit lähettää kopiot olemassa olevista tiedoista ja lisätä tähän arvioita muista tiedoista.

| Käytetyt torjunta-aineet | Käyttövuodet | Käyttömäärä |
|---|--------------|-------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| kasvunsääteet | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| lannoitteet | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| desinfiointiaineet (kasvualustojen, rakennusten ja välineiden desinfioinnissa käytetyt) | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Merkitkää oheiseen karttaan kohteen sijainti. (Jos kohde ei näy kartassa, pyytäkää kyselyn tekijältä uusi kartta.)

Merkitkää myös mahdollisuuksien mukaan seuraavia tietoja:

- kasvihuoneet (nykyiset ja entiset)
- avoviljelmät (nykyiset ja entiset)
- lavaviljelmät (nykyiset ja entiset)
- kemikaalivarastot (nykyiset ja entiset)
- kaatopaikat (nykyiset ja entiset)
- jätteenpolttopaikat ja/tai tuhkankaatopaikat (tai tuhkanlevityspaikat) (nykyiset ja entiset)
- polttoainesäiliöt ja lämpökeskukset (nykyiset ja entiset)
- maamassakasat (nykyiset ja entiset)

Jos yritys ei itse kasvata kasveja, tähän voi kertoa, mistä yrityksen taimet ostetaan (nimi, osoite)

Kommentteja kyselyn tekijälle

Päiväys ja allekirjoitus

pvm _____ allekirjoitus _____
nimen selvennys _____

Lisätietoja: Hämeen ympäristökeskus, harjoittelija Riitta Savikko, puhelin (03) 2420 412,
riitta.savikko@ymparisto.fi

Kiitos vastauksistanne!

Liite D. Lahden tutkimuslaboratorion torjunta-ainemääritykset



LAHDEN
TUTKIMUSLABORATORIO

06.08.2004

TORJUNTA-AINEET

Nestekromatografinen menetelmä, LC/MSD

VESINÄYTTEET

| | Määritysraja µg/l |
|-------------------------|----------------------|
| Amidosulfuroni | 0,05 |
| Bentatsoni | 0,01 |
| 2,4-D | 0,01 |
| Dalapon | 0,1 |
| Dikamba | 0,02 |
| Dikloropropi | 0,01 |
| Diuroni | 0,005 |
| Isoproturoni | 0,005 |
| Klorpyralidi | 0,1 |
| Kloroksuron | 0,005 |
| Klorsulfuroni | 0,01 |
| Linuroni | 0,005 |
| MCPA | 0,01 |
| Mekopropi | 0,01 |
| Metabentstiatruroni | 0,005 |
| Metoksiuroni | 0,05 |
| Metsulfuroni-metyyli | 0,01 |
| Primsulfuroni-metyyli | 0,05 |
| Rimsulfuroni | 0,1 |
| Sulfosulfuroni | 0,02 |
| Thifensulfuroni-metyyli | 0,01 |
| Triasulfuroni | 0,01 |
| Triflusulfuroni-metyyli | 0,05 |
| 2,4,5-T | 0,01 |

TORJUNTA-AINEET / MONIJÄÄMÄ-MENETELMÄ

Kaasukromatografinen menetelmä, GC/MSD

VESINÄYTE

| | Määritysraja µg/l | | Määritysraja µg/l |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| Aklonifeeni | 0,02 | Karboksiini | 0,02 |
| Alakloori | 0,02 | Klorfensoni | 0,01 |
| Aldriini * | 0,01 | Klorfenvinfossi | 0,02 |
| Atratsiini * | 0,005 | Klormefossi | 0,05 |
| Atsoksisotropiini | 0,2 | Klorprofaami | 0,02 |
| BAM (2,6-diklooribentsoamidi) | 0,02 | Klorpyrifossi | 0,02 |
| Bromasiili * | 0,01 | Klorotaloniili | 0,02 |
| 2,4'-DDT | 0,01 | Kvintotseeni | 0,01 |
| 4,4'-DDE | 0,01 | Kvitsalofoppi-etyyli | 0,05 |
| 4,4'-DDT | 0,01 | Lindaani * | 0,01 |
| 4,4'-DDD | 0,01 | lambda-Syhalotriini | 0,02 |
| Deltametriini | 0,1 | Malationi | 0,05 |
| DEA (desetyyli-atrasiini) * | 0,02 | Metalaksyyl | 0,02 |
| DIA (desisopropyli-atrasiini)* | 0,02 | Metamitroni | 0,05 |
| DEDIA (desetyyli desisopropyli-atrasiini) | 0,1 | Metributsiini | 0,02 |
| Dieldriini * | 0,02 | Metyyliatsinfossi | 0,1 |
| Diflufenikaani | 0,01 | Metyyliparationi | 0,02 |
| Diklobeniili | 0,02 | Mevinfossi | 0,02 |
| Dimetosaatti | 0,05 | Penkonatsoli | 0,02 |
| Dimetomorfi | 0,2 | Pentakloorianisoli | 0,02 |
| Diklorvossi | 0,02 | Permetriini | 0,05 |
| α-endosulfaani * | 0,02 | Pirimikarbi | 0,02 |
| β-endosulfaani * | 0,02 | Prokloratsi | 0,1 |
| Endosulfaanisulfaatti * | 0,02 | Propaklori | 0,01 |
| Endriini | 0,05 | Propatsiini | 0,01 |
| Etofumesaatti | 0,02 | Propikonatsoli | 0,02 |
| Etyyliparationi | 0,02 | Prometryyni | 0,02 |
| Fenitrotioni | 0,05 | Pirimetaniili | 0,02 |
| Fenvaleraatti | 0,05 | Simatsiini * | 0,01 |
| Fluatsinami | 0,05 | α-Sypermetriini | 0,05 |
| Fluatsifoppi-p-butyyl | 0,02 | Syprodiniili | 0,01 |
| Flamproppi-isopropyyl | 0,01 | Teknatseeni | 0,02 |
| Furatiokarbi | 0,05 | Terbasiili | 0,02 |
| HCB | 0,05 | Terbutylatsiini * | 0,005 |
| Heksatsinoni * | 0,02 | Terbutryyni | 0,02 |
| Heksaklooributadieeni | 0,02 | Trifluraliini | 0,02 |
| Heptaklori * | 0,02 | Triadimefoni | 0,05 |
| endo-Heptakloriepoksidi * | 0,02 | Triadimenoli | 0,1 |
| ekso-Heptakloriepoksidi * | 0,02 | | |
| Iprodioni | 0,2 | | |

(* akkreditoitu menetelmä)

Liite E. Esimerkki taimitarhan torjunta-aineiden käytöstä

Metsäpuiden taimitarhan torjunta-aineiden käyttöä kuvataan tässä tutkimuksessa esimerkkitaimitarhan avulla. Esimerkkitaimitarhana on Heinolassa sijaitseva Nynäsin entinen taimitarha, josta on saatavilla torjunta-aineiden käyttötietoja. Taimitarha on toisilta nimiltään UPM-Kymmenen entinen taimitarha ja Kymin entinen taimitarha.

Tämä havupuutaimitarha on toiminut 1960-luvulta vuoteen 1981. Alueelle on myöhemmin rakennettu Sepänniemen asuinalue. Alueen pinnassa oleva noin 40 cm paksu ruokamultakerros on luokiteltu lievästi pilaantuneeksi ja siitä on löydetty merkkejä DDT:stä ja lindaanista. (Hämeen ympäristökeskus 25.5.2001). Kohde sijaitsee pohjavesialueella, mutta pohjavedessä ei ole havaittu torjunta-ainejäämiä (Paavo Ristola Oy 22.12.2000). Torjunta-aineiden käytöstä on kerätty tietoja taulukkoon E.

Taulukko E. Torjunta-aineiden käyttö Nynäsin entisellä taimitarhalla (Paavo Ristola Oy 22.12.2000).

| Torjunta-aine tai lannoite | Käyttö vuonna 1980 (lähteen taulukossa ei yksikköä mutta luultavimmin litra) |
|----------------------------|--|
| | |
| Rikkaruohot | |
| Amitrol 50 | - |
| Loro | - |
| Gramoxone | 5 |
| Gesabrim 50 | 20 |
| Gardoprim 80 | 60 |
| | |
| Hyönteiset | |
| Bladan 605 | - |
| Eradex | - |
| Silvanol | 190 |
| Nexion | 33 |
| Roxion | - |
| Kethane W | - |
| | |
| Kasvitaudit | |
| Avicol | 300 |

| | |
|---|------|
| Benlate | 6 |
| Sitowett | 3 |
| Dithane Z-78 | - |
| Dithane M-45 | - |
| Pomarsol Forte | - |
| Maneba | 665 |
| Fusarim | - |
| Tripomol | 3 |
| Tirama | - |
| Plantvax | 6 |
| | |
| Yhteensä torjunta-aineita käytetty 1980 | 1351 |
| aiemmin käytetty DDT, lindaani (Silvanol), atratsiini | |
| | |
| Lannoitteet | (kg) |
| Kloorivapaa y | 9400 |
| Turpeen peruslannoite | 500 |
| Kaksois(?)superfosfaatti | 3100 |
| Kaliumsulfaatti | 1100 |
| Oulunsalpietari | 5350 |
| Urea | 100 |
| Kalkkisalpietari | 2900 |
| Kekkilä | - |
| Dolomiittikalkki | 2900 |
| Soluboori | 50 |

Liite F. Taustatietoa pohjavesinäytteiden ottokohteista

| Kohdenro | Kohde | Kunta | Pohja- vesi- alueella | Tuotantosuunta | Avo- maa- viljelmä (ha) | Kasvi- huoneet (m ²) | Perustamis- vuosi | Toimiiko nykyisin /Lopet- tamis- vuosi | Muuta |
|----------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|----------------------|--|---|
| 1 | Lehtorannan puutarha | Asikkala | kyllä | kukat, vihannekset | | 2500 | 1935 | toimii | talousvesi otetaan vesijohtoverkosta, kaivo aivan kasvihuoneen vieressä |
| 2 | Rintelän puutarha | Asikkala | kyllä | kukat, vihannekset | | 480 | 1988 | toimii | |
| 3 | Hartolan entinen taimitarha | Hartola | kyllä | metsäpuiden taimet | ? | ? | 1949 | 1980- luvun alku | kaivo taimitarhan keskellä |
| 4 | Jokisen puutarha | Hattula | lähellä | kukat, vihannekset | | 2300 | 1950-luku | toimii | talousvesi otetaan vesijohtoverkosta |
| 5 | Lakstedtin puutarha | Hattula | ei | kukat | | 6250 | 1960 | toimii | |
| 6 | Järvisen puutarha | Hauho (nykyisin Hämeenlinnaa) | lähellä | kukat, vihannekset | | 430 | 1980 | toimii | |
| 7 | Tapion siemenkeskus | Hausjärvi | kyllä | metsäpuiden taimet | 2 | ? | 1950-luku | 1970- 1980 lukujen vaihe | nykyisin muutama muovihuone |
| 8 | Vaaran puutarha | Hämeenlinna | kyllä | kukat, vihannekset | | 1700 | 1944 | 2003 | vieressä sijainnut Tapion Taimitarhat ja Karistamo |
| 9 | Harvialan taimitarhat | Janakkala | kyllä | koristepuut ja -pensaat | 90 | | 1913 | toimii | |

| Kohdenro | Kohde | Kunta | Pohja- vesi- alueella | Tuotantosuunta | Avo- maa- viljelmä (ha) | Kasvi- huoneet (m ²) | Perustamis- vuosi | Toimiiko nykyisin /Lopet- tamis- vuosi | Muuta |
|----------|---|-------------------------------------|-----------------------------|--|----------------------------------|--|-------------------------------|--|--|
| 10 | Kärkölan entinen taimitarha | Kärkölä | lähellä | metsäpuiden taimet | | | 1960-luku | 1980- luvun alku | ongelmana glyfosaatti (aiempi tutkimus) |
| 11 | Aaltosen puutarha | Lahti | lähellä | kukat | | 1760 | 1949 | toimii | talousvesi otetaan vesijohtoverkosta |
| 12 | Forssin puutarha | Lahti | lähellä | kukat, avomaavihannekset, marjat, mansikka | | 620 | 1949 | toimii | kaivosta tutkittu moottoritietöiden vaikutuksia |
| 13 | Mainiemen puutarha | Lammi (nykyisin Hämeenlinnaa) | kyllä | kukat | | 1150 | 1950-1960 lukujen vaihe | toimii | |
| 14 | Okslahden puutarha | Loppi | lähellä | kukat, avomaavihannekset | ? | 730 | 1975 | toimii | |
| 15 | Koskisen puutarha | Loppi | kyllä | kukat | | 2400 | 1969 | toimii | |
| 16 | Haapastensyrjän metsänjalostuskeskus | Loppi | lähellä | metsäpuiden taimet | 10 | 2 | 1960-luku | toimii | |
| 17 | Vuoren puutarha | Nastola | kyllä | kasvihuone- ja avomaavihannekset, marjat | | 640 | 1948 | toimii | kaivo keskellä peltoa |
| 18 | Uusikylän taimitarha | Nastola | kyllä | metsäpuiden taimet | ? | ? | 1937 | lopettanut (aika ?) | |
| 19 | Varpion puutarha | Orimattila | lähellä | vihannekset | | 9000 | 1982 | toimii | |
| 20 | Viitasen puutarha | Orimattila | kyllä | kukat | | 1900 | 1954 | toimii | |
| 21 | Vikstenin Taimisto | Tammela | kyllä | koristepuut ja -pensaat | 30 | 1500 | 1800-luvun loppu | toimii | talousvesi otetaan vesijohtoverkosta |

